OSVALDO POLIMANTI

IL LETARGO



ROMA
TIPOGRAFIA DEL SENATO
DI GIOVANNI BARDI
1913

OSVALDO POLIMANTI

IL LETARGO



ROMA
TIPOGRAFIA DEL SENATO
DI GIOVANNI BARDI

1912



AI MIEI MAESTRI

JOHANNES VON KRIES NATHAN ZUNTZ

(FREIBURG IN BREISGAU) (BERLIN)

IN SEGNO DI ALTA STIMA

E DI PROFONDA RICONOSCENZA

DEDICO

INDICE

PROEMIO.

Molteplici furono le ragioni, che mi decisero a scrivere questo libro sul letargo dei mammiferi. (Parlo di *letargo* e non di *ibernazione*, perchè, come si vedrà in seguito, questa parola adoperata dalla maggior parte degli autori non è assolutamente appropriata per spiegarci questo fenomeno).

È stato questo uno degli argomenti, che maggiormente mi abbia interessato nel corso dei miei studi. Difatti sino dal 1895, quando io cominciai a studiare le variazioni di peso, che si osservavano nelle marmotte durante il loro letargo, sino ad oggi, questo ha sempre molto attirato la mia attenzione, e qui ho diretto i miei studi, sia nei laboratori da me frequentati, come anche durante i viaggi da me compiuti. Non mi è parso poi discaro il riunire in una monografia tutte le osservazioni fatte dagli autori antichi e moderni sopra questo tema. Possiamo dire, che il letargo occupò maggiormente le menti dei biologi antichi, con i poveri mezzi che avevano a loro disposizione, piuttosto che quelle dei biologi moderni e ciò perchè nessun fisiologo tentò di trattare questo argomento, credendo che fosse riservato agli zoologi e viceversa pensarono questi dal canto loro. Bunge nel suo trattato di fisiologia, dedica un capitolo al letargo e quantunque abbia trattato con quella rara maestria e genialità, che lo distinguono, questo importantissimo tema, poco naturalmente si è potuto dilungare sopra di esso. In questi ultimi tempi anche il Merzbacher ci ha dato una interessantissima fisiologia generale del letargo, però, come di questa così anche del lavoro di Bunge, possiamo dire che siano dei buoni bozzetti, ma non certo un lavoro compiuto e rifinito. Mano mano che andremo svolgendo i vari capi-

toli di questo libro, ci accorgeremo come molte e molte questioni di fisiologia potranno essere risolte con lo studio delle funzioni degli animali letargici, specialmente comparando, come ho fatto io, questi con gli animali omeotermi a digiuno e con gli animali eterotermi, sia nello stato letargico, che nello stato di veglia a digiuno. Interessante è poi questo studio perchè riguarda molti e molti mammiferi, (giacchè a questi solamente ho rivolto la mia attenzione, come sopra ho detto) che ritroviamo sulla superficie terrestre. Dove trovare poi un argomento di fisiologia generale così interessante come questo, che ci fa vedere il comportarsi di una delle forme di vita di molti esseri viventi, della vita oscillante, come la chiamava il grande fisiologo francese Bernard ?

Non in tutti i capitoli, disgraziatamente, ho potuto portare delle mie ricerche personali, come sarebbe stato mio desiderio; ad ogni modo ritengo sia giunto il momento di pubblicare, quanto è stato da me osservato. Arduo fu il compito mio, specialmente nell' andare a ricorrere al grande numero di memorie pubblicate dagli antichi tempi fino ad oggi su questo argomento per confrontarle con i risultati da me ottenuti e con le osservazioni da me fatte.

Dove mi sarà possibile farò parlare gli autori stessi, perchè ritengo, che io non potrei che parafrasare le loro idee. Sarà poi anche tanto di guadagnato per la precisione del lavoro il riportare molti e molti brani di questi autori, specialmente antichi, così scrupolosi nelle loro osservazioni e nelle loro descrizioni.

Il mio compito fu molto facilitato dall'invio fattomi da vari colleghi dei loro lavori ed anche da questo punto intendo dirigere loro i miei più vivi e sentiti ringraziamenti per la grande benevolenza e cortesia, che mi hanno addimostrato.

Fra questi, innanzi tutti, mi piace rammentare i signori professori:

Dubois (Université Lyon)
Gley (Université Paris)
Jaquet (Universität Basel)
Manca (Università Sassari)

Mares (Ceská Universita Praha)
Patrizi (Università Modena)
Pembrey (Guy's Hospital-London)
Werner (Universität Rostock).

Agli amici dottori Brunelli (Roma), e R. Issel (Genova) che rividero le bozze di stampa di questo mio lavoro, intendo mandare da questo luogo un vivo e speciale ringraziamento.

Sento il dovere di ringraziare il signor ingegnere Carlo Moleschott per avermi fornito l' intera collezione delle « Moleschott's Untersuchungen », dove si trovano tutti i lavori di Valentin sul letargo, e vivi ringraziamenti vadano anche all'amico e collega F. De Filippi, che mise a mia disposizione la sua preziosa biblioteca, in modo che il compito mio fu molto agevolato.

Esprimo poi in modo speciale la mia più viva riconoscenza ai miei illustri Maestri Joannes von Kries e Nathan Zuntz dei quali non farò mai a meno di ammirare la nobiltà dell' animo e l' alto sapere, per il grande onore che mi hanno fatto accettando la dedica di questo mio lavoro, troppo umile cosa rispetto a quanto fecero per me nel tempo ch' io frequentai i loro laboratori.

Ho fatto quanto era possibile, perchè ciò che ho scritto fosse privo di mende, però in una così grande mole di osservazioni, non mi nascondo, che forse io abbia potuto incorrere in qualche inesattezza. Ma, per norma dei critici, mi appello a quanto Schiller pensa della critica, nel suo geniale *Taucher:*

« Wer wagt es Rittersmann oder Knapp,
Zu tauchen in diesen Schlund?
Einen goldenen Becher werf'ich hinab,
Verschlungen schon hat ihn der schwarze Mund.
Wer mir den Becher kann wieder zeigen,
Er mag ihn behalten, er ist sein eigen!!

oppure a quanto scrisse l'immortale Goethe:

Klaeffer.

Wir reiten in die Kreuz und Quer!
Nach Freuden und Geschäften;

Doch immer kläfft es hinterher
Und bellt aus allen Kräften
So will der Spitz aus unserm Stall
Uns immerfort begleiten,
Und seines Bellens lauter Schall
Beweist nur, dass wir reiten.

Mi rivolgo in ultimo a quella categoria di persone, che vanno alla ricerca della *scoperta* e della *novità*, le quali, come bene a proposito dice il mio amico Centanni, si lanciano affannate su metodi e apparecchi, quando chi li ha introdotti e i più prossimi a lui ne hanno già colto il frutto migliore.

Questi messeri aspettano l'imbeccata dal fascicolo per andare a *sperimentulare* (non faccio che riportare questa bella ed incisiva parola del mio illustre maestro Guido Baccelli) e non s'accorgono, che così facendo, danno spettacolo molto miserevole di sè stessi, perchè non pensano, che il meglio è stato già sfruttato dall'autore della memoria e che loro mai nulla potranno cavarci all'infuori di un tentativo, di un conato di ricerca, che *a priori* si può considerare sempre fallito.

Il letargo sembrerà naturalmente a questi individui un argomento già vecchio: ebbene il mio consiglio è questo, si mettano a studiare, quanto a loro sembra vecchio, ma seriamente, ed avranno di che coprirsi di gloria piuttosto che andare a farsi compatire col sistema di ricerca e di sperimentazione seguito sinora; invece di ricercare col metodo di studio da loro seguito quella *scoperta* che non faranno mai, quella *novità* che mai potranno portare nella scienza; anche non riuscendo a nulla in questo campo, sarà pur tuttavia tanto di guadagnato per la loro coltura e ciò credo non sia poco.

Napoli (Stazione Zoologica) Agosto 1907.

OSV. POLIMANTI.

NB. — Questa monografia era pronta per la stampa sino dal Giugno 1907, e sino a tale epoca è stato tenuto conto della relativa bibliografia.

Esprimo la mia più profonda riconoscenza alla Società Ligustica di Scienze Naturali e Geografiche, che ha voluto accordarmi l'alto onore di accogliere questo lavoro nei suoi atti accademici.

CAPITOLO I.

Animali letargici e loro usi e costumi.

I mammiferi letargici appartengono quasi tutti alla classe dei rosicanti, ed io parlerò solo dei loro usi e costumi per quanto hanno attinenze col letargo, perché poi possiamo servirci di queste cognizioni per studiarvi una spiegazione sulla causa di questo. Sinora non si è trovato un modo di distinguere dal lato zoologico, (cioè dalle ossa, dai denti ecc.) se un animale sia letargico o no. L'unica cosa si è di aspettare, che sopraggiunga un periodo qualunque dell'anno e vedere, se l'animale in esame cada o no in letargo.

L'animale letargico tipo è la *marmotta.* (Arctomys marmota). (Mus marmota). (Marmota alpina).

I greci non conoscevano probabilmente la marmotta, perchè fu Plinio a parlarne per il primo, designandola col nome di Mus alpina, e la compara al topo d'Egitto; dai Savoiardi viene chiamata Marmotta, nell'Engadina, Marmotella, dai Tedeschi Murmeltier. In Berna si chiama Murmeli, nel Vallese Murmentli ovvero Mistbelleri, nei Grigioni Marbetle, ovvero Murbentle, in Glarus Munk. La Marmotta si ritrova nelle Alpi, nei Pirenei e nei Carpazi, nelle parti più montuose e dove, pel freddo e la violenza dei venti, non allignano alberi di alto fusto. Nella buona stagione vive all'aperto, ovvero nelle gallerie sotterranee scegliendo sempre dei posti rivolti a Sud, Est od Ovest, come tutti gli animali diurni. Alla fine di Agosto o nella prima metà di Settembre, costruisce quasi sempre delle nuove gallerie, anche queste esposte ad Oriente, quindi verso quel punto dove prima avviene il disgelamento. Le gallerie vengono scavate cogli arti anteriori, robustissimi e la terra scavata viene portata all'esterno, dove le marmotte formano una specie di piazza. Molta parte della terra scavata non la mettono fuori, bensì la lasciano nella tana in modo che possa servire loro per poter otturare il foro d'ingresso quando entrano in letargo. Durante l'estate stanno isolatamente, ovvero appaiate in

queste gallerie fatte a forma di Y, lunghe da 1-4 metri compresi i passaggi laterali e i nascondigli.

Le gallerie invernali sono situate sempre più basse di quelle estive, ossia al confine con i pascoli alpini, sempre al disopra della regione degli alberi. Le gallerie invernali inoltre sono piuttosto grandi, perchè i cacciatori delle Alpi trovano persino 14 o 15 marmotte in una sola tana, in altre se ne trova un numero molto minore ed in altre infine, una sola; insomma sono socievoli e non socievoli. Quando sono in molte, sono situate in modo, che ognuna tiene il muso rivolto verso la parte posteriore dell'altra, forse per salvaguardarsi più che sia possibile dal freddo e mantenersi quindi nel più perfetto letargo. Nelle loro gallerie sotterranee trasportano del fieno, che deve servire loro come giaciglio, però prima hanno avvertenza di farlo ben diseccare all'esterno, in modo, che introdotto nella tana, non vada soggetto a fermentazione e quindi ad una causa perturbatrice del letargo, per l'alta temperatura che verrebbe ad aversi a causa di questa fermentazione. È cosa ormai dimostrata, che del fieno, che introducono nelle gallerie, non ne mangiano affatto durante la stagione invernale: appena nella primavera escono all'aperto, ripuliscono completamente tutti i loro sotterranei da tutto il fieno, che contenevano.

Quantunque io abbia interrogato in proposito moltissimi cacciatori, tutti mi hanno concordemente asserito, che questo fieno non si trova mai rosicchiato; in senso ristretto quindi la marmotta non è collezionista.

Appena cade la prima neve sulle Alpi le marmotte non mangiano più, bevono molto e spesso, defecano anche spesso e chiudono ermeticamente le loro tane e così forte che mi dicono, sia cosa più facile aprire una via in altre parti del terreno, che non in una buca otturata da una marmotta. L'ingresso della tana viene ad essere chiuso ermeticamente nella maniera anzidetta per 1-2 metri in modo, che nell'interno vi sia sempre una temperatura uniforme di 10° - 12° C. (Rimane stabilito, che, quando non vengano date indicazioni in contrario, i gradi di temperatura vengono da me sempre espressi in centigradi). Questa temperatura è ottima, come vedremo in appresso,

per il mantenimento del letargo. Il foro della tana è talvolta tanto piccolo che non vi entra nemmeno un pugno ed è chiuso ermeticamente con fieno, terra e pietre.

Come sopra abbiamo accennato queste gallerie sono scavate a forma di Y: la biforcazione avviene difatti poco lungi dal foro d'ingresso; una strada conduce ad un locale piccolo, da dove è stato preso il materiale da costruzione per la chiusura dell'ingresso e l'altra conduce alla vera camera, dove sono le marmotte in letargo, e che è ripiena di fieno secco.

Le marmotte non entrano in letargo che dopo 10 - 12 giorni, che si sono tappate nelle loro tane, sembra insomma, che il letargo subentri in loro grado a grado, e ciò sanno bene i cacciatori, che vanno ad aprire le buche per catturarle solo quando suppongono, che vi siano dentro da molti giorni, altrimenti la cattura diverrebbe impossibile, perchè scaverebbero subito delle altre gallerie per poter fuggire. Le marmotte si intanano fra gli ultimi di settembre e i primi di ottobre, ed in quest'epoca sono grassissime. Escono dalle loro tane, nelle montagne poco elevate, alla fine di aprile o ai primi di maggio; in quelle più elevate alla fine di maggio o ai prìmi di giugno, nella quale epoca sono magrissime. Appena uscite dai loro nascondigli vanno subito alla ricerca di erba fresca. Le marmotte sono assolutamente erbivore. Nello stato di prigionia mangiano più volentieri pane, castagne che la verdura e bevono spesso anche acqua, e possono assoggettarsi anche a bere del latte.

In una camera molto calda rimangono deste, sia nell'inverno come nell'estate; quando, durante il periodo dell'anno nel quale sulle Alpi cadono in letargo, vengano portate in un ambiente fra i 10° - 12°, entrano in questo stato e si risvegliano solo in conseguenza di un abbassamento o innalzamento di temperatura.

Un'altra classe di letargici è data dai ghiri (Myoxidae). Vivono nelle foreste, nei parchi e nei giardini e sono tutti animali notturni e la maggior parte stanno, durante la giornata, su i rami degli alberi, nei tronchi degli alberi bucati, fra le radici di questi, fra i ripari delle roccie ovvero dei muri, talvolta in buche nella terra, abbando-

nate da altri animali, oppure nei nidi degli uccelli rapaci. Verso sera sono vivacissimi e compiono dei movimenti molto rapidi andando a caccia di nutrimento. Questo consiste, essendo animali essenzialmente frugivori, in noci, ghiande, castagne, nocciuole, frutta; però spesso si nutrono di uova, di giovani uccelli o di altri piccoli animali. Alcuni vivono in società almeno di due, altri invece vivono assolutamente allo stato solitario. Appena si avvicina l'autunno, mangiano enormemente e radunano contemporaneamente una grande quantità di alimento nei loro nascondigli, nutrimento che serve loro, quando si risvegliano di quando in quando durante il letargo, e si vanno preparando un nido fatto per lo più di muschio, per rimanere riparati più che è possibile dai rigori invernali. Abitano sempre in luoghi asciutti.

Il più comune fra noi di questi Myoxidae è il *Myoxus glis*, *Glis vulgaris* e *esculentus*, *Mus* e *Sciurus glis*, il *Ghiro comune*. È forse l'animale, che dorme di più nella buona stagione ed è quello, che ha la durata più lunga del letargo, per questa prerogativa viene chiamato dai Tedeschi *Siebenschlaefer* ed ha dato anche origine al nostro modo di dire « dormire come un ghiro ».

Allo stato di prigionia, come furono osservati da Hall, da Mangili e da me, cadono facilmente in letargo ad una temperatura fra 10°-12°, come nella marmotta; però per avere un letargo prolungato devono stare in un nido ben riparato dalle influenze del freddo. Hanno un letargo molto profondo, tanto che possono venire sballottati tra le mani, senza che si risveglino assolutamente. Horvath ha studiato molto bene i costumi di un'altro ghiro, il *Myoxus dryas*, anche questo essenzialmente frugivoro e notturno; di questi animali se ne trovano in gran numero nelle foreste al Sud della Russia, dove si chiamano *Sonia*, forse per il molto dormire che questi fanno durante il giorno. Non si sa, se questi animali in libertà, hanno bisogno di nutrimento durante il letargo, se passano l'inverno a gruppi o isolati. Nello stato di prigionia entrano molto tardi in letargo e, nei primi giorni, questo è leggerissimo, tanto che sono facilmente risvegliati da ogni minima causa. Solo andando innanzi, verso la

primavera, il letargo diviene più profondo, tanto che allora, uno di questi animali, si prestò facilmente ad Horvath per fare delle ricerche sulla respirazione.

Altra specie di animali letargici sono gli *Elyomidae*, che si differenziano molto poco dai Myoxidae, solo perchè la coda è un pochino più corta. Il più comune animale di questa specie, fra noi, è l'*Eliomys nitela (Mus, Sciurus, Myoxus quercinus, Myoxus nitela)*. Era conosciuto dagli antichi Romani sotto il nome di *Nitelus*. Come il ghiro è frugivoro, però nelle case dei montanari si nutre anche della carne che trova, del burro ed all'aperto divora anche dei piccoli uccellini. È notturno ed il suo nido spesso si trova all'aperto, sui rami degli alberi, ma può anche riparare nei muri o nei nidi o nelle gallerie di altri animali. Prima di cadere in letargo accumula molto alimento, che mangia poi durante i frequenti risvegli nell'inverno. Per passare in letargo ripara in luoghi molto asciutti e bene difesi, in buchi di alberi o di muri, buchi di talpe, ecc., sempre però riparato in una specie di nido, quasi sempre insieme ad altri della stessa specie.

Gli animali di questa specie sono molto sensibili agli stimoli esterni e si risvegliano molto facilmente. Uno dei nostri animali letargici è anche il *Moscardino* (Moscardinus avellanarius, Mus avellanarius e corilinus, Myoxus avellanarius, speciosus et muscardinus). È animale notturno, frugivoro (si nutre di noci, ghiande, semi duri, ecc.). Abita in piccole società, ed al massimo in numero di due, stanno in un nido fatto quasi sempre di muschio e di foglie. È collezionista di alimenti per eccellenza e, verso la metà di ottobre, cade in letargo in un nido molto meglio protetto di quello che ha nella buona stagione.

I *pipistrelli* costituiscono anche un gruppo molto importante e numeroso di animali letargici.

Appena entra il periodo crudo della stagione invernale si ritirano in luoghi bene riparati: buche, caverne, cantine, tetti ed altri luoghi simili, in un ambiente insomma relativamente caldo e talvolta anche umido. Molte specie, che sono meno resistenti al freddo, ad un dato momento interrompono il letargo, si risvegliano e vanno nei luoghi

meglio riparati; per solito i pipistrelli passano il periodo di letargo in luoghi differenti da quelli, dove stanno l'estate, mentre invece altri abitano gli stessi luoghi; però in questo caso si ritirano più internamente, durante la stagione fredda, in modo che così vengono ad essere meglio riparati dalle inclemenze della temperatura e possono mantenersi in perfetto stato di letargo. Molti pipistrelli, che si ritrovano nelle regioni calde, rimangono anche all'aperto. A detta del Mangili, molti di questi animali dalle regioni d'Europa più fredde emigrano al sopraggiungere dell'inverno in un clima più mite dove nelle caverne passano poi in letargo. Molti di questi vivono in società e tali rimangono anche nel letargo, aggruppati anche in gran numero, l'uno vicino all'altro, mentre invece altri stanno isolatamente. Talvolta, quando l'inverno è molto crudo, si vedono, specialmente nelle regioni molto fredde, dei pipistrelli congelati in terra, colle ali completamente aperte, posizione molto differente da quella che questi animali prendono durante il letargo. I pipistrelli sono animali esclusivamente insettivori e notturni.

Altro animale letargico è il *Riccio (Erinacaeus europaeus)*. Così Mangili descrive in parte gli usi e costumi di questo animale:

« Si trova in diverse contrade di Europa, meno che *nei paesi freddissimi*. Sono animali amanti dei luoghi secchi, elevati. Si nutrono di scarabei, locuste ed altri insetti, sono insomma insettivori. Però mangiano anche di carne (lucertole, ramarri e carni di animali a sangue caldo) specialmente quando si trovano nello stato di cattività ».

Sono però animali, che si ritrovano anche in Asia, sono essenzialmente notturni, perchè escono dalle loro tane solamente a notte inoltrata.

Passano l'inverno, invece che nelle tane o negli alberi cavi, talvolta sotto uno strato fatto di foglie, proprio alla superficie della terra. Sono però situati in modo, che è una cosa molto difficile il poter vedere, dove si trovi un riccio, perchè solamente di poco queste foglie sono sollevate da terra. Horvath racconta di avere un giorno

trovato un riccio, con una temperatura esterna di — 28°
in uno di questi nidi, ricoperto da circa un metro di neve; l'animale era perfettamente desto. Il riccio può cadere in letargo anche all' infuori dei mesi di inverno, come ce ne fanno fede queste parole di Mangili:

« Posi il riccio entro una cassa (ai primi di Aprile), con crusca e un mazzetto di erbe fresche; la temperatura della camera era fra 9°-11° (R.). Dopo due giorni cadde in letargo nel quale stato durò sino al 10 Maggio risvegliandosi tre o quattro volte ».

Noè invece, che in tempo più recente, studiò molto i ricci, accenna nella sua monografia che « La nourriture consistait en une quantité de viande de cheval égale au dixième du poids de l' animal (100 gr. p. Kg.) ». Però questa fu la razione alimentare, che Noè dette ai suoi ricci solamente per pochissimi giorni, perchè ben presto si accorse dei gravi inconvenienti, ai quali porta l'alimentazione esclusiva con carne di cavallo, cosa che era già stata notata da Pflüger e Weiss, e li sottopose ad una alimentazione mista, fatta di carne di cavallo e crusca e talvolta somministrava anche del latte, alimentazione del resto, che con successo era stata fatta nel riccio da Camus e Gley e da Phisalix.

Il *Criceto* (Cricetus frumentarius, Mus cricetus, Porcellus frumentarius, Cricetus vulgaris) è un rosicante che vive alla profondità di uno o due metri, in grosse camere munite di due fori, quello d'ingresso è perpendicolare, mentre invece quello d'uscita è inclinato. È un animale onnivoro, perchè oltre che nutrirsi di granaglie, mangia anche piccoli uccelli, sorci, lucertole ecc. e nella prigionia si nutre di pane, formaggio, verdura ecc. Al principio dell'ottobre, quando i campi cominciano ad essere completamente brulli, fabbrica il nido, nel quale passa tutto il periodo del letargo, dopochè vi ha raccolto una grande quantità di nutrimento.

Quando sia tenuto in una camera riscaldata sta sempre sveglio, però, allo stato di prigionia, muore con grande facilità.

Daubenton riporta, che in una camera senza fuoco, ove faceva tanto freddo che l'acqua vi si congelava, un Cri-

ceto non cadde in letargo in nessun momento dell' inverno del 1763.

Lo *Spermofilo* (Spermophilus citillus, guttatus, brevis) è un animale che vive nel Sud della Russia e cade in letargo nel mese di agosto, oppure in autunno, al più tardi, quando la temperatura esterna si conserva anche a 30°. Le buche in cui si mettono questi animali per passare il letargo sono situate sotterra alla profondità, talvolta di quattro metri, sempre però 1-2 metri. Horvath, che si occupò di prendere la temperatura a queste profondità, vide che stava sempre sui 15°. Gli spermofili, quando cadono in letargo, portano prima con sè delle grandi provvigioni. Però, secondo Horvath, possono cadere in letargo, anche senza fare provvigioni, oppure solo di erbe, e non di semi, perchè le buche di questi animali talvolta si trovano in prati, dove non ci sono altro che erbe senza semi: alla sezione, gli spermofili trovati in questi luoghi non presentarono che del cibo verde, però nessun seme nel loro stomaco. Nel caso però, facciano raccolta di alimenti è fuori dubbio che, durante i risvegli del periodo letargico, se ne cibino. Allo stato di prigionia cadono ugualmente in letargo nel mese di agosto, ed Horvath osservò, che tutti i suoi spermofili mangiavano quelle carote, che si davano loro in nutrimento. Solamente uno spermofilo, in tutto il periodo invernale, quantunque avesse attorno una grande quantità di cibo, non mangiò assolutamente mai.

Le antiche ricerche ed osservazioni fatte (p. es. da Pallas) sopra gli Spermofili, riguardo al loro letargo, facevano ritenere che, dall'autunno quando cadono in questo stato, si risvegliassero solamente in primavera, senza alcuna interruzione. Horvath invece, ha fatto l'osservazione, che, al contrario, questi animali dormono con interruzione durante l'inverno, difatti sono in letargo da uno a quattro giorni e poi dopo si risvegliano.

Gli animali, da lui studiati, furono nutriti, durante la prigionia, con avena, carote, pane, carne e patate. Nell'inverno pesarono 150-206 grammi: la lunghezza dell' animale senza coda e senza testa era di circa 155 mm.

La temperatura rettale si innalzava a 35°-37°, non si al-

lontanava quindi di molto da quella degli altri animali a sangue caldo. Quando si trovano in letargo invece, hanno una temperatura che si avvicina a quella dell'ambiente. Una volta Horvath, ad una temperatura esterna di 20°, trovò che la temperatura dello *Ziesel* era anche di 2°. Sarebbe questo il primo caso di un animale, che ha la temperatura così bassa, vicina al punto quasi di congelazione. (Ritengo però da parte mia, che questa ricerca non è forse priva di mende).

Anche i *Monotremi* e i *Marsupiali* sono letargici. Per quanto riguarda questi animali, che sono così bassi nella scala dei mammiferi, io non farò che riportare le diligenti osservazioni fatte da Martin sull' Echidna e sull' Ornitorinco, il quale autore li ritiene come letargici, anche in base ad esperienze comparative da lui fatte tra questi animali e quelli a sangue freddo (lucertole):

1. Echidna is the lowest in the scale of warm-blooded animals. Its at tempts at homothermism fail to the extent of 10° when the environment varies from 5° to 35° C. During the cold weather, it hibernates for four months, and at this time its temperature is only a few tenths of a degree above that of its surroundings. The production of heat in Echidna is proportional to the difference in temperature between animal and environment.

At high temperatures, it does not increase the number and depth of its respirations. It possesses no sweat glands, and exhibits no evidence of varying loss of heat by vasomotor adjustment of superficial vessels in response to external temperature.

2. Ornithorhyncus is a distinct advance upon Echidna. Its body temperature though low is fairly constant.

It possesses abundant sweat glands upon the nout and frill, but none elsewhere. The production of carbonic acid with varying temperatures of environment indicates that the animal can modify heat-loss as wel as heat-production. Its respiratory efforts do not increase with high temperatures.

3. Marsupials show evidence of utilising variations in loss to an extent greater than Ornithorhyncus, but less than higher mammals. Their respirations slightly increase in number at high temperature.

4. Higher mammals dipend principally upon variations in heat-loss, in wich rapid respirations plays an important part.

5. Variation in production of heat is the ancestral method of homothermic adjustment. During the evolution of the warm - blooded animal it has, through developing a mechanism by means of wich it can vary production in accordance with heat lost, overcome one disadvantage of cold-blooded animals, viz., that activity is dependant on external temperature. It has thereby increased its range in the directions of low temperatures. Later, by developing a mechanism controlling loss of heat, it has increased its range in the directions of high temperatures, and also rendered body temperature largely independent of activity; these advantages have been gained by a greater expenditure of energy.

Molti autori parlano anche di un *letargo estivo*, ossia ritengono, che quegli animali, che cadono in letargo durante l'inverno, siano capaci di cadervi anche nell'estate. Brown-Séquard ha visto dei ghiri cadere in letargo a una temperatura esterna di 20°-22° e restarvi per una intera settimana e una temperatura esterna fra 15° - 20°. Narrò di aver visto a Parigi un riccio cadere in letargo fra 20 - 22°, ed a Filadelfia ha osservato una marmotta in letargo in giugno, con una temperatura esterna di 21°,5 - 23°.

Anche i ghiri di Forel, che erano stati svegli tutto l'inverno, caddero in letargo nel maggio. Sfogliando la letteratura ho visto, che Valentin ha osservato inoltre una marmotta cadere in letargo in giugno con una temperatura esterna di 18°,4 e restare così per tre giorni; qualche giorno avanti era completamente sveglia.

Horvath, che seguì per un lungo periodo di anni una grande quantità di spermofili, da principio non credeva ad un letargo estivo in questi animali, però questo si avverrò per due anni consecutivi (1875 - 1876). In questo tempo, ad una temperatura esterna di 22°, invece di star svegli caddero in letargo e ciò Horvath ritiene, che parli in favore di una possibilità di letargo estivo in questi animali, quando nell' estate non si mostrano alla superficie della terra per prendere cibo, ma rimangono nascosti

nelle loro buche, dove la temperatura sarà sicuramente al disotto di 22°. Tutti gli spermofili che caddero in letargo nell'estate erano grassissimi, come lo sono al principio dell'inverno. Le ricerche eseguite da Horvath sopra questa specie di letargo estivo, dimostrano che, sia per la durata, come per i periodi di risveglio e per tutte le altre modalità è uguale assolutamente a quanto si osserva nel letargo invernale. Horvath notò inoltre, che tutti quegli spermofili che erano caduti in letargo nell'estate, cadevano in questo stato anche nell' inverno. Che sia possibile anche un letargo estivo ce lo provano le osservazioni fatte da varii autori sopra il *Tanrek* (Centeles ecaudatus Erinaceus ecaudatus, C. setosus, C. armatus, C. variegatus) specie di riccio del Madagascar ma che si trova anche nelle isole di Maurizio, Mayotte e Riunione. È un animale che vive nei sotterranei o nelle caverne ed è esclusivamente notturno. Durante il periodo della grande secchezza di quelle regioni, si ritira nei suoi nascondigli, dove resta in stato di letargo, passandovi i mesi da aprile sino a novembre; negli altri mesi rimane completamente desto. Esce dalla sua tana appena cade la prima pioggia e sopraggiunge la primavera tropicale, e va a nutrirsi di vermi, lumache, lucertole e frutta; è insomma un animale onnivoro e da quanto raccontano i viaggiatori, sembra che nel periodo di veglia sia molto amante dell' acqua, tanto che va a diguazzarsi nei pantani e nelle pozzanghere.

Desjardins non crede al letargo ertivo del Tanrek. Al contrario, Cuvier fa notare, che in certi climi caldissimi come l'Ile de France si trovano degli animali che cadono in istato di letargo solamente nei mesi più caldi dell'anno. Cuvier così si esprime, riguardo al Tanrek:

« Ce sont des animaux nocturnes qui passent trois mois de l'année en léthargie, quoique habitants de la zône torride. Bruguière assure même que c'est pendant les plus grandes chaleurs qu'ils dorment ».

Telfair osserva lo stesso anche nel Tanrek:

« In the Mauritius they sleep trough the greater part of the Winter, from April to November, and are only to be found when the summer heat is felt, which being ge-

nerally ushered in by an electric state of the atmosphere the negroes (with whon they are a favourite food) say they are awakened by the peals of thunder with precede the summer storms, or « pluies d'orages ». Even in summer they are not often se an beyond the holes which they burrow, except at night. Their favourite hounts are among the old roots of clumps of bamboos ».

Coquerel invece ritiene che il Tanrek abbia un vero e profondo letargo non nell' estate ma nell' inverno da giugno a novembre: uscirebbe dalla sua tana poco dopo la cattiva stagione.

Brown-Sèquard, al contrario, è molto esplicito per quanto concerne il letargo del Tanrek:

« On a considéré, dice egli, que le froid n'est pas une condition essentielle de l'hibernation en se basant sur ce fait prétendu, avéré, et qui n'est pas vrai. Ce fait es que le Mammifère appelé *Tanrec (Erinaceus ecaudatus)*, qui habite les îles Maurice, de la Réunion et Madagascar, est à l'état torpide pendant les mois chauds et secs ».

Combatte vivamente l'opera di Cuvier e di Brugnière, che credevano essere il caldo secco la causa del letargo nel Tanrek ed afferma che il freddo è la causa unica del letargo in questo animale, che si comporta come il *Riccio (Erinaceus europaeus)* al quale è vicino parente e in genere come gli altri mammiferi letargici. Brown-Sèquard ha visto, che il Tanrek entra nella tana e lì rimane allo stato letargico, da giugno a novembre, ossia durante la stagione invernale di quelle isole nelle quali li vide e studiò.

Per tutta la durata del suo letargo il Tanrek è sotto l' influenza di una temperatura esterna che varia da 15° a 22°-24°, raramente di più, qualche volta meno, quindi, per lui, questi animali sarebbero esposti a una temperatura abbastanza bassa per renderli letargici, poichè questa temperatura può produrre, come lui dice, e come sopra abbiamo accennato, il letargo negli animali letargici dei paesi caldi.

Il grande naturalista francese Milne-Edwards considera il porco spino, l'orso bruno, ecc, come animali letargici, ma in questi animali il letargo sarebbe molto più leggiero

che non nel riccio, nel ghiro, ecc. L'orso polare, carnivoro per eccellenza, non cadrebbe in letargo come l'orso bruno. Tutti i roditori dei paesi freddi non cadono in letargo secondo quanto asserisce lui, per esempio il Lemming. Ritiene inoltre, che il Tanrek non cadrebbe in letargo nella stagione calda, ma, al contrario, nei mesi quando la temperatura è più bassa.

Si è parlato anche di un letargo negli uccelli.

Da Aristotile sino ad oggi ci furono testimoni degni di fede, che asserirono di avere osservato gli uccelli migratori in pieno letargo, in quelle regioni dove nell'inverno questi non si trovano.

Reeve combatte molto energicamente l'opinione, molto accreditata ai suoi tempi, che le rondini possano cadere in letargo durante l'inverno.

Horvath così si esprime riguardo al letargo degli uccelli:

« Dies geschah besonders, als man annahm, dass die Schwalben auch Winterschlaf halten und dadurch bewiesen zu haben glaubte, dass die einzige Classe der Thiere (die Vögel), welche bis dahin eine Ausnahme machte, indem man sie für nicht Winterschläfer hielt, ebenfalls su solchen gerechnet werden müsse ».

Riporto quanto ebbe a scrivermi l'illustre prof. Camerano dell'Università di Torino, a proposito di quanto il Lessona pensava sul letargo degli uccelli:

« Ricordo che il Lessona disse ripetutamente a Salvatori
« ed a me, (e lo diceva anche in scuola, quando trattava,
« colla parola colorita ed efficace che gli era propria, delle
« rondini) che nella sua giovinezza, essendo d'inverno
« alla Veneria Reale presso Torino, ricordava perfetta-
« mente bene di aver visto estrarre da buche piene d'ac-
« qua e di fango delle rondini, che riscaldate colle mani,
« ripigliavano a muoversi allegramente ».

Io ritengo però, che noi in questo caso non possiamo parlare di un vero e proprio letargo, perchè come vedremo appresso, la costituzione anatomica degli uccelli, le funzioni dei loro organi, sono talmente differenti da quanto si osserva nei vari animali letargici, da essere assolutamente impossibile un letargo conservatore. Può

essere, che questi animali migratori, ad improvvisi rigori dell'autunno o della primavera, si racchiudano in qualche foro, in qualche caverna per uscirne poi appena la temperatura si sia un po' elevata.

Ma, ripeto, non possiamo parlare di un vero e proprio letargo negli uccelli.

Vediamo ora dunque, in base a quanto è stato osservato sugli usi e costumi degli animali, che cadono in letargo, se possiamo dedurne qualche legge generale, che possa spiegarci le cause, che possono favorire questo fenomeno.

I. *Se il letargo sia favorito dalla raccolta o no che fanno gli animali letargici di nutrimento.* Riferendoci a quanto ha espresso Brunelli, possiamo rappresentare in questo suo schema lo stato dei

Mammiferi che raccolgono nutrimento per la stagione invernale e	se ne nutrono	1. ininterrottamente. (Non letargici) 2. in dati periodi di veglia. (Letargici imperfetti).
	non se ne nutrono ordinariamente. (Letargici perfetti collezionisti).	
Mammiferi che hanno perduto l'istinto della raccolta	per il perfezionarsi dell' istinto del letargo e per cambiamento successivo di regime. — Letargici perfetti non collezionisti (attualmente).	

Letargici imperfetti. Sono il ghiro, il moscardino e il riccio.

Riguardo al *Ghiro*, Mangili si esprime in questa maniera:

« Sarei d'avviso per altro, che il magazzino delle provvisioni, i Ghiri lo preparino più segnatamente per avere in abbondanza al cominciare della primavera gli alimenti loro propri, poichè in tale stagione sarebbe ad essi pressochè impossibile il procacciarseli altronde ».

Sempre a proposito del Ghiro, in altro punto osserva che ad una temperatura di + 2°,5 R. trovò il Ghiro in veglia e il Moscardino in istato di letargo.

« Il Ghiro rimase vigile alcuni giorni, mangiò nel frattempo 2-3 castagne, indi ripassò nel sonno letargico a + 2°, R. »

A proposito sempre del Ghiro, Mangili aggiunge ancora che ad una temperatura di + 7° R. « lo trovai del tutto vigile ed occupato a mangiarsi una castagna. Il che prova che in questi tali mammiferi il difetto di nutrimento protratto troppo a lungo induce veglia, e quindi il desiderio di alimentarsi. »

Mangili aveva osservato che « i ghiri se non avessero provvigioni in inverno, risvegliati da temperatura calda o fredda, dopo certo tempo andrebbero vittima di un digiuno troppo acerbo e funesto. »

Riguardo ai ghiri debbo osservare da parte mia, che tenni due di questi per tre anni consecutivi entro una piccola gabbia. Sopraggiunta la stagione invernale, verso il novembre caddero in letargo e quantunque nella loro gabbia non avessero a disposizione nutrimento alcuno, pur tuttavia rimasero in istato letargico, meno naturalmente quei giorni di risveglio che avvenivano ogni volta che dovessero defecare od urinare, sino al successivo mese di aprile. Ciò dimostrerebbe, che anche i ghiri sono capaci di rimanere in letargo, pur non avendo a prepria disposizione il minimo nutrimento, almeno nei nostri climi temperati (i miei ghiri si trovarono costantemente ad una temperatura, che si aggirava sui 12°).

Mangili poi in altri punti accenna al fatto, che il moscardino si nutre durante il letargo:

« Durante la veglia il moscardino si andava, sebbene parcamente, alimentando dei cibi a lui più graditi, come nocciuole, uva, castagne ». Ed in altro punto:

« Il moscardino risvegliatosi mangiava minuzzoli di castagne, e si ravvolgeva in circolo colla coda sulla testa. »

Lo stesso Mangili però pensa, che anche avendo a disposizione del cibo, il ghiro cade ugualmente in letargo. Difatti così si esprime:

« Sembra quindi che in questo caso la sola mancanza del cibo non sia stata per questa specie il principale motivo per ricorrere al ripiego del sonno letargico ». Ed in altro punto: « Dopo essersi mangiata una castagna, ripassò dal sonno ordinario al letargo conservatore ».

Mangili però, in altro punto della sua monografia, osserva, che la mancanza immediata della provvista fatta dal ghiro può farlo morire:

« E mentre stavo osservando con qualche sorpresa il mucchio di questi commestibili scovati, ecco che da un canto del magazzino vedo sbucare d'improvviso un ghiro, il quale si mette a girare tre o quattro volte in circolo sul fondo del magazzino notato, e dopo cadde morto nel mezzo dell' area quasi colpito dal fulmine; il che proverebbe che l'improvvisa perdita delle provvisioni produsse in questo piccolo mammifero un lale patema d'animo, che estinse al momento in esso lui quel principio vitale, che dopo alcuni giorni doveva di necessità cessare per mancanza dei necessari mezzi di sussistenza. »

A quanto dice il Brehm, il criceto, al principio del suo risveglio nella primavera, non apre la buca dove si trova, ma se ne sta lì, vivendo delle vettovaglie che ha ammucchiato. Come sostiene giustamente il Brunelli, la raccolta che fa il criceto non è paragonabile, come ritiene Albini, al cieco istinto della gazza, perchè questa non fa raccolta di nutrimento, ma bensì degli oggetti più disparati.

Secondo Mangili, il moscardino è collezionista come il ghiro, perchè prepara discreto « ammasso di nocciuole e « di altri frutti secchi, onde avere in ogni tempo dei mezzi « di sussistenza; e quando una temperatura alquanto ele- « vata o soverchiamente rigida lo risveglia in inverno dal « sonno letargico, e quando al cominciare della primavera « passa dal letargo ad una veglia continuata. »

Secondo Mangili, il moscardino farebbe collezionismo perchè: « La sola pinguedine riassorbita e portata in circolo non poteva certamente bastare alla conservazione del moscardino, se riflettiamo che essendo esso proprio di un clima molto soggetto alle grandi variazioni di temperatura atmosferica, doveva assai più che le marmotte risentirne le conseguenze, e quand'anche la temperatura non subisse delle frequenti variazioni, a motivo della piccolezza del suo corpo doveva essere in lui meno languida assai che nelle marmotte la circolazione e la respirazione, onde gli venisse conservato quel dato grado di calore che si rende necessario all'animale, ogniqualvolta viene preso dal *letargo conservatore.* »

Mangili osserva in un altro punto, che il ghiro, il moscardino abbiano bisogno di alimentarsi durante il le-

targo, perchè si « conservi la vita all'individuo o colla sola pinguedine riassorbita, o con questa sostanza unita al chilo proveniente dal tenuissimo alimento, di cui alcune specie si cibano durante le brevi veglie cui vanno alcune rare volte soggette in tempo d'inverno.

Questi tali mammiferi soggotti a periodico letargo, più piccoli assai di mole in confronto delle marmotte, e abitatori di climi più temperati, e quindi più soggetti alle variazioni atmosferiche, avranno talvolta bisogno di trovare in una tenuissima quantità di alimento un abbondante compenso al maggior dispendio ch'essi fanno delle forze vitali durante il loro sonno letargico, oltre quello che forse potrebbe loro bastare, se rimanessero di continuo durante la cattiva stagione, e che ritraggono costantemente dal riassorbimento della pinguedine ».

Riguardo al riccio poi, dobbiamo rammentare quello di Monro, del quale ci occuperemo appresso, il quale dal 25 dicembre al 28 marzo non mangiò affatto, quantunque avesse del nutrimento vicino e fosse stato risvegliato più volte artificialmente.

Barkow dice che il riccio, durante il letargo non mangia assolutamente, quantunque abbia a disposizione una grande quantità di alimento.

Letargici perfetti.

Sono le marmotte che, secondo Mangili, non mangiano assolutamente il fieno che portano nelle loro tane. Egli fece delle osservazioni a questo proposito. « E durante le brevi veglie potei osservare che, lungi esse dal mangiare spontaneamente parte del fieno, che loro serviva di culla, ricusarono eziandio le castagne ed altri frutti assai graditi al loro palato, talchè dovetti persuadermi che il digiuno fosse una delle circostanze necessarie onde passare al sonno letargico.

E tanto ne fui convinto, allorchè avendo dopo molti cimenti, e nell'inverno avanzato, obbligato la maggiore delle due marmotte letargiche, svegliatasi per la quinta e sesta volta, a mangiarsi un dattero ed indi una mezza castagna, questa non mostrò più la stessa tendenza al sonno letargico; anzi, avendole posto innanzi e castagne ed altri frutti, affinchè potesse cibarsene a suo piacimento,

questa anche in seguito si diede a mangiare spontaneamente il cibo apprestato, seguendo in ciò l'esempio della veterana, che da un largo pertugio della cassa vedeva di tanto in tanto a girare per la stanza, e mangiarsi talora un alimento, talora un altro. Le stesse visite frequenti che io le feci dopo averla svegliata e forzata la prima volta a mangiare, possono esse pure aver contribuito ad impedirle il sonno; fatto è, per altro, ch'essa non si addormentò mai più, laddove la più piccola sotto la medesima temperatura, si giaceva sempre in un profondo letargo. Le marmotte pertanto, allorquando si rintanano, sono, egli è vero, grassissime, ma ella è cosa ben avverata che ne' loro geniali ritiri non trasportano la più piccola provvigione da bocca ».

Brehm, al contrario di Mangili, asserisce che talvolta le marmotte, specialmente quando nella primavera vi sia molta neve sulle Alpi da rendere impossibile la ricerca di qualunque erba, possano nutrirsi del fieno accumulato nelle loro tane durante l'autunno. Lo stesso ritiene, il Brehm, che faccia il *Lagomys* e Jacquemont, per la marmotta dalla lunga coda (Arctomys caudatus. Geoffroy).

Io, dal canto mio, debbo osservare, che di tutte le marmotte da me tenute in letargo, ad alcune delle quali avevo messo a disposizione continuamente del nutrimento consistente in carote ed altra verdura, mangiarono solamente durante i frequenti risvegli che avevano nei primi giorni del letargo per urinare e defecare. Mano mano che il letargo s'inoltrava rimasero assolutamente astinenti, quantunque avessero a loro disposizione dell'alimento sempre in abbondanza.

Del resto la marmotta non fa collezionismo di erbe secche per poi servirsene come nutrimento: se durante l'inverno volesse veramente nutrirsi non resterebbe nell'alta montagna dove sono le nevì eterne, ma scenderebbe a fare le sue tane al piano, dove con facilità potrebbe trovare nutrimento anche nel più crudo inverno. Eppoi dove potrebbe bastare una quantità così esigua di fieno, quale può trovarsi in una tana a tante e tante marmotte che talvolta si trovano in un solo rifugio? Spinte dalla fame perchè esaurite le provviste, durante la cruda stagione

invernale dovrebbero scendere a frotte al piano, come fanno i lupi, dove cercare di che nutrirsi. Ciò che in realtà mai è avvenuto. E poi nelle tane delle marmotte in letargo non si rinvenne mai del fieno rosicchiato.

Presentemente i chirotteri anche, animali anch'essi letargici, come abbiamo visto, non fanno assolutamente provvista di nutrimento.

Riassumendo, per quanto riguarda la raccolta del nutrimento, noi dobbiamo qui rammentare gli studi notevoli dei fratelli Mingazzini sopra il collezionismo.

P. Mingazzini ha chiamato bromo-collezionismo la raccolta del nutrimento che fanno gli animali.

G. Mingazzini ha indicato col nome di collezionismo paradossale la raccolta di oggetti fatta senza alcun scopo apparente dagli alienati, perchè gli oggetti appena raccolti vengono gettati.

Brunelli, poi, accoppiando le due parole ha chiamato bromo-collezionismo paradossale quello fatto da molti mammiferi letargici, i quali fanno una raccolta di nutrimento che poi non viene consumata.

Brunelli, riguardo alla raccolta del nutrimento fatto dagli animali letargici, si esprime con queste belle parole, che mi piace riportare:

« La raccolta del nutrimento era certo una necessità nell'inizio dello sviluppo della letargia (durante il quale il mammifero doveva svegliarsi a brevi intervalli e sentir bisogno di nutrirsi), non le è più dato il perfezionarsi del nuovo istinto (quello dell'assopimento letargico) che porta come conseguenza la inutilità del primo (quello della raccolta del nutrimento). Si potrà domandare perchè il primo istinto non sia scomparso subito coll'affermarsi del secondo, e la risposta è assai facile per tutti coloro i quali sanno che un istinto si continua quasi per inerzia, entrato nella sfera dell'incoscienza e del meccanismo si prosegue al di là della legge di utilità che gli ha dato nascimento. Giacchè io sono persuaso che una tale sovrapposizione di due istinti è un fenomeno abbastanza diffuso, io voglio chiamare col nome d'istinto paradosso, l'istinto persistente oltre la necessità che lo ha

generato. Se in qualche caso la spiegazione di tali istinti paradossali può essere difficile, nel nostro caso a me sembra chiarissima. In ogni modo, una ragione deve sempre esistere anche quando non la sappiamo trovare, giacchè un biologo non deve credere all'esistenza di istinti ciechi ».

Ad ogni modo, noi allo stato odierno degli animali letargici, dobbiamo ritenere che il digiuno, nel quale può trovarsi l'animale in letargo, facilita sicuramente in lui questo stato, piuttosto che ostacolarlo.

II. Dando uno sguardo a quanto abbiamo esposto sugli usi e costumi degli animali letargici, si vede che tutti questi, ad eccezione della marmotta, sono animali essenzialmente notturni. Sono animali, insomma, che anche nello svolgersi del periodismo vitale giornaliero hanno bisogno di passare nella maggiore pace e tranquillità, quali possono essere date solamente da un nido nascosto o da una caverna, il periodo più rumoroso della giornata. E, forse, fra i letargici solo le marmotte sono diurne, perchè vivono ad una altezza tale sulle montagne e su queste sono nascoste in punti tali dove, naturalmente, non possono venir disturbate nè dagli uomini nè dagli altri animali.

Da questo genere, quindi, di loro vita, dobbiamo ritenere, che tutti gli animali letargici sono portati alla tranquillità e allo stare più che lontani da cause perturbatrici di questa e conseguentemente da ogni sorta di stimoli sensitivo-sensoriali.

Anche nel ciclo giornaliero vogliono dunque far decerrere tranquillamente la loro esistenza.

III. In genere la maggior parte dei letargici vivono in società, ma ve ne sono di quelli che vivono assolutamente isolati, come i ricci e qualche pipistrello e vivono tali anche nello stato di letargo. Il vivere in società serve, secondo me, in questi animali, trovandosi in gran numero, a mantenere più uniforme la temperatura dell'ambiente nel quale si trovano. Ed in base a questo concetto ci spieghiamo, perchè i ricci e qualche pipistrello possano passare in letargo isolatamente, pensando come il riccio sia già abbastanza protetto dagli squilibri della tempera-

tura dell'ambiente dalla enorme quantità di pungiglioni dai quali è coperto il suo corpo, i quali poi naturalmente servono molto di più, anche perchè l'animale si ravvolge a forma di palla nel periodo letargico, e costituiscono naturalmente uno strato coibente fra la temperatura ambiente ed il corpo dell'animale.

Riguardo al pipistrello, poi, dobbiamo rammentare che fra tutti i letargici è quello che passa allo stato di letargo (almeno la maggior parte), rimanendo sospeso alla vôlta di una caverna o di qualche vecchio muro per una zampa e non ravvolgendosi affatto sotto forma di palla; è un animale, quindi, che presentando forse una resistenza tutta speciale alla temperatura esterna, non ha bisogno che una certa regolazione di questa gli venga fatta da altri animali della stessa specie, che gli possono stare vicini.

IV. Riguardo alla qualità di nutrimento che prendono gli animali letargici nello stato di veglia completa, noi dobbiamo ritenere che il letargo va strettamente unito ad un regime essenzialmente fatto a base di vegetali.

Per quanto riguarda poi i pipistrelli, animali oggi insettivori per eccellenza, mi piace riportare quante ne dice in proposito il Brunelli:

« Arboricoli secondo me, e frugivori dovevano ersere gli antenati dei chirotteri. Disgraziatamente la paleontologia per ora non ci ha dato sui chirotteri quei lumi che sarebbero desiderabili. »

Seconde me il regime insettivoro dei microchirotteri è secondario come è secondario il carattere della vita aerea e notturna. Visto che i microchirotteri, tenuto conto anche ch' essi abitano regioni ricche di vegetazione, sono costretti a parziali migrazioni, s' intende come si sia determinato in un gruppo di chirotteri la predilezione alla nutrizione a regime insettivoro che la facoltà del volo e la vita notturna hanno certamente aiutato nel suo sviluppo in quelle regioni ove una nutrizione a regime frugivoro sarebbe stata quasi impossibile.

Questa mia asserzione sarebbe bene appoggiata dall' esistenza di qualche chirottero che ci dimostri la coesi-

stenza dei due regimi. Posso dirmi fortunato per ciò che il Phyllostoma spectrum tra i microchirotteri si nutre anche di frutta. Giacchè me ne viene l'occasione credo sia molto interessante notare che la piccola mole dei microchirotteri attesta pure un adattamento secondario, utile per la loro vita speciale, mentre con grande probabilità i microchirotteri hanno conservato maggiormente la mole dei loro progenitori.

Si sa che le ali dei mammiferi si svilupparono come paracadute, un accenno ad un simile adattamento non è affatto proprio degli insettivori, da parte le affinità molto contrastabili del Gaeopithecus, noi vediamo invece tra i roditori gli esempi del Pteromys e dello Sciuropterus, il che sta in ogni modo a provare che la formazione delle ali può essere avvenuta in un antenato a vita arbonicola e a regime frugivoro.

La imperfetta facoltà del volo nell'inizio può aver portato alla vita notturna, nella quale poteva più facilmente essere esercitata, e la vita notturna e la facoltà del volo possono aver condotlo ad un graduale adattamento al regime insettivoro. Sono quasi tutti problemi che spetta alla biologia risolvere, colla luce sussidiaria delle altre scienze; a me basta per ora averli accennati ».

Riguardo ai ricci possiamo egualmente ritenere che i rappresentanti odierni di questo ordine di animali, esclusivamente insettivori, siano divenuti tali per adattamento all'ambiente. Basta pensare al riccio di Mangili, che nel 1800 circa cadeva in letargo in aprile con un mazzettino di erbe accanto; queste dovevano essere il suo esclusivo nutrimento, altrimenti Mangili, dato il suo grande scrupolo scientifico, avrebbe ben detto se nutriva questo suo animale anche con carne od insetti. Non so quindi comprendere come Noè possa dire che « La nourriture habituelle du hérisson se compose d'insectes et des petites mammifères ». Che il riccio si adatti facilmente ad un nuovo sistema di alimento si comprende facilmente, quando si pensi che nello stato di schiavitù, da insettivoro che è allo stato libero, diventa esclusivamente carnivoro. Tutti gli altri animali letargici poi, come sopra abbiamo accennato, sono quasi esclusivamente frugivori e diventano

carnivori allo stato di schiavitù, oppure per circostanze speciali di ambiente, a causa delle quali viene resa impossibile oppure ostacolata una alimentazione esclusivamente vegetale.

V. Tutti gli animali letargici poi sono enormemente divoratori. Difatti, tutti gli autori che si occuparono di fare la sezione di questi animali quando erano nello stato di veglia, hanno constatato nel tubo gastro-intestinale una enorme quantità di residui alimentari e dei depositi di grasso abbastanza forti, ciò che sta a dimostrarci, che durante il periodo della veglia in questi animali il ricambio materiale deve essere attivissimo, al punto tale da permettere delle riserve così grandi nell'organismo da poterli lasciar vivere in genere per sei mesi senza prendere talvolta nutrimento di sorta. Molte sezioni eseguite in marmotte, ghiri e ricci allo stato di veglia mi portano a confermare completamente questi fatti.

VI. Tutti gli animali letargici sono in genere molto svelti, appunto perchè notturni, ad eccezione del Tanreck molto lento nei suoi movimenti: molti di essi sono anche addomesticabili, come ad esempio la marmotta ed il moscardino. Tutti poi passano il loro periodo di letargo in luoghi assolutamente asciutti, ad eccezione forse di qualche pipistrello, che qualche volta si trova in qualche grotta un po' umida.

CAPITOLO II.

Particolarità anatomiche degli animali in letargo.

Alcuni autori credettero di spiegare il fenomeno del letargo, partendo da una base anatomica, e ricerche di questo genere rimontano già ad un'epoca molto remota. *Schreuczer* porgendo la sua attenzione all'utero e all'ovaia delle marmotte, potè vedere l'apparizione di ovuli durante il letargo; compì anche delle osservazioni anatomiche, senza interesse particolare alcuno, sui reni, i vasi, l'intestino e i muscoli. Egli pensa, che il grasso fluido è assorbito durante l'inverno e contribuisce alla secrezione della bile, la cui vescichetta è ripiena. Il pancreas è sviluppatissimo, così pure tutte le altre glandole del corpo. Questo grande sviluppo delle glandole sarebbe dovuto, secondo lui, alla mancanza del siero e della linfa nel sangue dell'animale. Nel suo sterco si trova alquanta bile effervescente, altra prova, secondo lui, della diminuzione del siero sanguigno.

Pallas nota, come nella tribù dei ghiri tutti gli individui divengono grassissimi in estate e che il grasso si deposita sopratutto nell'epiploon; nota inoltre che hanno il timo molto sviluppato.

Carlisle anch'esso fa delle constatazioni anatomiche, per i suoi tempi, abbastanza profonde. Trova in tutti i letargici una struttura particolare del cuore e delle vene principali. La vena cava superiore si divide in due tronchi: il sinistro, passando sull'orecchietta sinistra, sbocca nella parte inferiore dell'orecchietta destra, presso lo sbocco della vena cava inferiere. Le vene azigos si riuniscono in due tronchi, di cui ciascuno sbocca nella branca della vena superiore del lato corrispondente.

Le arterie e le vene intercostali sarebbero eccezionalmente ampie in questi animali.

Saissy, anche nella sua monografia, comparando animali letargici con altri animali della stessa specie non

letargici, ossia la marmotta col coniglio, il riccio colla cavia, il moscardino col ratto comune, il pipistrello col sorcio, giunse alla canclusione, che gli animali letargici « ont les poumons moins vastes, le coeur et les vaisseaux de l'intérieur du torax et de l'abdomen plus amples, et les nerfs de l'extérieur du corp plus prononcé que les premiers ».

Tiedemann nella marmotta, che uccise in letargo, vide che il cuore era piccolo e privo affatto di sangue.

Mangili trovò, che nelle marmotte le vene del cervello sono più sviluppate delle arterie, paragonando questi animali con altri mammiferi, che non sono soggetti a letargo (coniglio). Così si esprime poi, riguardo a delle particolarità, che ritiene aver trovato nel sistema vasale del cervello delle marmotte:

« Instituite infatti nel corrente anno le debite iniezioni sul sistema arterioso e venoso del cervello di più marmotte, ho osservato in primo luogo che la quantità dei vasi venosi in confronto degli arteriosi stia nelle marmotte in una maggiore proporzione che negli altri mammiferi non soggetti a intorpidimento. Ma ciò che particolarmente ha fissato la mia attenzione si fu il sistema arterioso di questi animali, perciocchè, laddove nelle altre specie di mammiferi troviamo due grandi carotidi interne, quindi due arterie cerebrali insigni, oltre le due vertebrali che si riuniscono nella sola basilare, dalle quali arterie cerebrali e basilare, oltrecchè derivano tutte le arterie che si propagano alle differenti parti del cervello e del cervelletto, derivano pure, e queste dalle cerebrali, le due picçòle arterie che vanno in basso ad anastomizzarsi con due dei principali rami provenienti dalla basilare, e che portano il nome di arterie comunicanti, per la comunicazione appunto che formano tra il sangue delle due cerebrali, continuazione delle carotidi, con due dei principali vasi della basilare formata dalle vertebrali. Nelle marmotte invece veggiamo l'arteria basilare formata dalle due vertebrali, diramarsi lei sola a tutte le parti del cervelletto e del cervello; veggiamo i due principali vasi della basilare portarsi verso la parte anteriore del cervello; e se vogliamo giudicare da quanto apparisce, nel luogo che

corrisponde presso a poco all' ingresso delle cerebrali, dare essi, anzichè ricevere, due piccoli rami anteriori, i quali, forata la dura madre, anzichè seguire l'andamento proprio delle carotidi interne, si portano avanti verso la cavità dell'occhio, e nel progredire ne forniscono dei piccolissimi ramuscoli a diverse parti, finchè il tronco maggiore si ripiega per anastomizzarsi con un ramo insigne della carotide esterna, o sia colla mascellare interna. Egli è anche da avvertire che subito dopo l'inserzione di questo ramo, che potrebbe da taluno confondersi colla cerebrale, veggiamo il ramo della basilare in cui entra o, a meglio dire, da cui si diparte, progredire avanti, diminuendo di diametro anzichè aumentando, talmente che, a ben considerarlo, così rapporto all' andamento come rapporto alla direzione dei ramuscoli arteriosi che ne derivano, sembra realmente un ramo arterioso che si diparte dai principali vasi cerebrali per comunicare con un ramo della carotide esterna, dopo aver fornito dei ramuscoli alla dura madre, e strada facendo ad altre parti del corpo.

Che se da quanto apparisce siamo condotti a credere, che quei due piccoli rami asteriosi che si dipartono dai due principali vasi della basilare, facciano le funzioni di comunicanti colle mascellari interne, anzichè di vere carotidi, allora si capirà benissimo perchè le marmotte per difetto di afflusso di sangue arterioso al cervello siano generalmente tanto sonnacchiose nella buona stagione, e come passino poi facilmente al sonno letargico, alloraquando si aggiungono le due altre circostanze della temperatura cioè, e massime del digiuno; le quali tenderanno a diminuire sempre più l'afflusso del sangue arterioso al cervello, e quindi sosterranno sempre meno l'eccitamento e l'energia degli stomi cerebrali, necessari alla veglia.

In ogni modo egli era necessario però, che anche durante il sonno letargico gli stomi cerebrali ricevessero dal sangue arterioso un tenue eccitamento valevole a sostenere la vita dell'animale, mediante un languidissimo esercizio delle più importanti funzioni dell' economia organica. A tal fine pare che la natura provvida abbia voluto

accordare al cervello di questi animali un numero assai grande di vene in confronto del piccolo numero di vasi arteriosi, volendo così in certo qual modo compensare col ritardo della circolazione arteriosa il poco sangue arterioso portato dallo scarso numero di arterie al cervello stesso. Infatti dovendosi scaricare il tubo arterioso, angusto assai, nel tubo venoso assai amplo e grande, il sangue non può che soffrirne un considerevole ritardo, e proporzionato alla differenza grande che si osserva fra il sistema arterioso e il sistema venoso, che competono al cervello di questi mammiferi. Così procedendo la cosa, il cervello dell'animale, il precipuo agente delle funzioni organiche riceverà dal sangue arterioso l'eccitamento necessario alla conservazione della vita, che senza di questo particolar meccanismo, l'animale passerebbe dal letargo alla morte ».

Mangili crede inoltre, che qualche cosa di simile si averi anche negli altri animali letargici.

Riguardo all'ampiezza dei polmoni sostiene quanto segue contrariamente a Saissy:

« Io che ho diligentemente notomizzate tutte le specie mammifere soggette a periodico letargo non mi sono per verità giammai avveduto di questa loro singolare picciolezza di organi polmonari ».

Le ricerche di Otto sono anch'esse quasi esclusivamente di ordine anatomico. Per mezzo di molte iniezioni, vide che il cervello dei letargici non è più povero di arterie che il cervello di altri animali, ma che però nelle marmotte e negli animali che a queste per costituzione si avvicinano, le arterie vertebrali sono le più grosse e per la loro grandezza viene ad essere uguagliato il piccolo volume delle carotidi cerebrali (le arterie comunicanti di Mangili). Contrariamente a Saissy, sostiene che la carotide interna non manca nella marmotta, sarebbe solamente un po' piccola. È vero che nello scoiattolo e in qualche roditore essa traversa l'orecchio medio ed è situata in un canale osseo che talvolta infila la staffa; ciò però avviene anche nella talpa ed in altri rosicanti non letargici; nell'orso e nel tasso, che per lui sono anche dei letargici, questo vaso segue il tragitto ordinario. Le arterie dei le-

targici sarebbero, secondo lui, grandi, ma non più di quanto lo siano quelle degli altri animali.

Mangili rispose con una nota critica alle osservazioni di Otto, che attaccava in certo qual modo i suoi risultati; in un punto di questa così si esprime: « Dal testo pertanto, della mia quarta memoria risulta con la più grande evidenza che io ho veduto benissimo i due rami arteriosi cerebrali in questione molti e molti anni prima che li vedesse il nostro Professore di Breslavia, per cui non doveva in verun conto farmi il gravissimo torto di francamente asserire, che io non li avevo conosciuti. Egli poteva soltanto tentare di mettere in dubbio il vero uso di quei due rami arteriosi cerebrali, cioè se facciano le funzioni di arterie comunicanti, siccome io suppongo, o se piuttosto di carotidi cerebrali; ma anche in questo caso egli non poteva asserire la sua opinione se non come probabile, e la cosa sarebbe rimasta tuttavolta dubbiosa, giacchè nè io nè desso abbiamo infatti veduto verso qual parte fluisca il sangue di quei due vasi.

Io però crederei di essere meglio appoggiato nella mia opinione, in quantochè subito dopo l'inserzione di quei piccoli vasi arteriosi, li due precipui rami della basilare, che dovrebbe alcun poco aumentare di volume, se infatti fossero carotidi cerebrali portanti sangue al cervello, li veggiamo anzi decrescere alcun poco di diametro nel progredire ch'essi fanno verso la parte anteriore di quel viscere ».

Ed in altro punto soggiunge: « Dall'esame della tavola risulterà sempre vero verissimo che li vasi arteriosi cerebrali della marmotta, animale soggetto a periodico lunghissimo letargo, sono notabilmente minori di quelli del mammifero (coniglio) non soggetto in verun tempo dell'anno a questa specie di profondissimo sonno ».

Otto sosteneva « che dormono questi mammiferi come aggomitolati, e col capo nascosto fra le coscie, per cui la da lui solo supposta carotide cerebrale, quando mai si dirigesse al cervello per la solita via, dovrebbe rimanere compressa ».

A questa asserzione Mangili risponde: « Ma quale compressione, domanderò io, potranno mai esercitare i mu-

scoli delle coscie di questi animali sopra li vasi arteriosi che si portassero al cervello, se essi trovansi durante il sonno letargico in uno stato di perfetta inerzia, e quindi del tutto inabili ad esercitare la supposta pressione, che si richiederebbe assai grande, secondochè ne pensano i ministri di Esculapio? »

Otto, in un punto della sua memoria dice « che gli animali soggetti a periodico letargo sono molto vivaci, spediti e di acuto ingegno; e poche linee dopo soggiunge in maniera del tutto gratuita, che spettano a quegli ordini di animali, ne' quali è minima la massa cerebrale proporzionatamente al corpo; e che quindi non debba recar meraviglia se il loro cervello non va fornito di grandiarterie ».

E Mangili di rimando: « Io non saprei in verità conciliare la prima parte del suo lavoro con la seconda, mentrechè sappiamo che la vivacità nei movimenti, e sopratutto per una certa quale acutezza d' ingegno si attribuisce piuttosto agli animali che vanno forniti di una sufficiente massa cerebrale, anzichè a quelli che moltissimo ne scarseggiano, li quali vengono generalmente risguardati come li più stupidi ».

Conclude Mangili questa replica al Prof. Otto così:

« Molto meno ancora noi saremo d'accordo con questo autore se mettiamo a confronto li vasi arteriosi cerebrali della marmotta con quelli del coniglio, che pure spetta ai mammiferi dello stesso ordine, risultandone marcatissima la differenza fra quelli della prima specie e quelli della seconda, come si può rilevare da un semplice colpo d'occhio che si getti sulla qui annessa tavola, nella quale stanno delineati gli uni e gli altri ».

Prunelle sostiene di aver trovato in tutti i letargici da lui esaminati una cassa toracica più piccola in confronto degli animali non letargici della stessa specie o affini.

Anche secondo Prunelle, i vasi del cervello in confronto di quelli delle altre cavità debbono avere solamente un diametro minore.

Rudolphi, contrariamente a quanto pensa Mangili, dice che animali vicini per la loro costituzione anatomica alle marmotte, specialmente i sorci, non entrano assolutamente in letargo.

Barkow non potè confermare i fatti accennati da Otto in tutti gli animali letargici.

Barkow ha eseguito delle ricerche molto interessanti misurando il sistema vasale sanguigno di animali letargici (riccio, spermofilo, criceto) e comparandolo contemporaneamente con quello di animali non letargici (coniglio, cavia). E giunse alla conclusione, che quantunque in genere nei letargici i vasi interni sembrino più grandi che non in altri animali della stessa specie non letargici, pur tuttavia questo non è un fatto costante. Altre particolarità anatomiche Barkow non potette ritrovare.

Czermack si sollevò contro l'idea, che il passaggio della carotide cerebrale traverso la staffa sia in un rapporto qualunque col letargo. Inoltre stabilì, che il diametro di questa arteria non è in rapporto alcuno colla durata e l'intensità del letargo, perchè per es. in molti animali come il riccio, dove il letargo non è certo completo, è molto grande, mentre in altri animali, come il ghiro e i pipistrelli, nei quali il letargo è completo, è più piccola: nota poi come questa arteria sia molto sviluppata in animali come i topi, che non hanno letargo alcuno.

Jacobson sostiene, che quello che descrive Prunelle sotto il nome di timo non è un vero timo, ma un organo differente da questo. Il timo persisterebbe in questi animali per tutto il tempo della vita, si mostra col letargo e sparisce con questo per riapparire di nuovo alla fine, non contiene quasi liquido e ritiene, che si debba distinguere dalle cosidette glandole del letargo.

Serbelloni ammette, che nei mammiferi letargici i vasi superficiali siano molto piccoli e che il loro restringimento, sotto l'influenza di una temperatura bassa, faccia rifluire il sangue verso il petto, il cuore ed il ventre, e siccome la capacità dei vasi di queste regioni è molto grande, il sangue non avrebbe tendenza alcuna a ritornare verso la periferia. Egli ritiene, che il fenomeno prodotto dal freddo sulla mano dell'uomo si manifesti su tutta la superficie del corpo della marmotta e di tutti i letargici, nei quali il tessuto nervoso sarebbe sviluppatissimo ed il tessuto vascolare molto più esiguo. Serbelloni ritiene, che se il

freddo è la causa determinante del letargo in questi mammiferi, si deve per necessità ammettere, che la costituzione organica di questi animali ne è la causa predisponente.

Sostiene che il divenire dolce della bile fa si, che non sentano più gli stimoli della fame, mentre appena questa ritorna un po' acre i letargici si risvegliano, oppure il letargo diviene molto leggero.

Serbelloni ha detto anche, che il polmone delle marmotte essendo più piccolo di quello degli altri rosicanti non letargici, l'estensione della superficie polmonare in contatto coll'aria aveva una grande influenza sui fenomeni del letargo. Dubois ha visto, che in una marmotta, facendo un pneumotorace e quindi restringendo considerevolmente la superficie polmonare in contatto coll'aria esterna, non si impedisce il riscaldamento automatico. In questo caso del pneumotorace la temperatura del torace, malgrado l'inerzia di uno dei polmoni, era superiore a quella della bocca e del retto presa contemporaneamente.

Horvath sostiene, che le ricerche tendenti a dare una spiegazione del letargo in base alle possibili differenze anatomiche, che si possono incontrare in questi animali, non hanno portato a risultato alcuno. Però egli volle eseguire delle ricerche in questo senso sugli spermofili, animali che a lui servirono per istudiare il letargo.

Ritrovò che la lente cristallina negli spermofili non è senza colore come in tutti gli altri mammiferi, bensì è sempre di un colore giallo-vino. La lente rimane gialla anche dopo molto tempo ch'è rimasta in alcool, perciò concluse che quel colore è insolubile in alcool. Petit, che ha fatto tante ricerche sul colore della lente, ha visto che in tutti i mammiferi è incolore. Horvath ricercò anche la lente del riccio, del criceto, del pipistrello e vide, che in questi animali non è gialla, bensì senza colore come in tutti gli altri mammiferi; dunque la lente gialla è solamente una caratteristica dello spermofilo e non degli animali letargici. Horvath ritrovò anche nei serpenti questa lente gialla. Certamente io ritengo, che questo colore giallo della lente avrà una influenza sulla visione. Negli occhi dello spermofilo si ritrova anche un'altra particolarità,

propria di questo animale, secondo Horvath, e non degli altri letargici, ossia che il nervo ottico, prima di entrare nell'occhio, si divide in due rami che si portano sulla parete esterna dell'occhio, però questa particolarità del nervo ottico nello spermofilo fu osservata la prima volta da Barkow. Anche l'*Arctomys bobac*, secondo Horvath, avrebbe la lente color giallo-vino come nello *Spermofilus: Citillus, Guttatus* e *Brevis*.

Nello spermofilo i nervi, di uguale grandezza a quelli del coniglio e della rana, sembrano più resistenti.

Il fegato in uno spermofilo sembrò ad Horvath di color noce-moscata.

Nei vasi sanguigni e nel cuore non trovò nulla di speciale, come videro molti osservatori in altri letargici. L'unica particolarità si è che in questi l'orecchietta del cuore destro non contiene due tronchi venosi, bensì come avviene in pochissimi mammiferi, vi sono quattro tronchi venosi. Nei polmoni, nel cervello, nei reni e in altri organi, nulla fu trovato d'anormale da Horvath.

Secondo Horvath i peli dello spermofilo cadono in una maniera tale durante il letargo, che il dorso, per solito, che ne è così ripieno, in questo stato lascia vedere la pelle per trasparenza. La caduta dei peli non rimane sempre uguale durante il letargo, ma subisce delle variazioni. Sembra anche che stando lontani dal periodo di risveglio, i peli di quella parte dell'animale, che sono stati a contatto col suolo sul quale dormiva, appena questo cambi di posizione, anche i peli si rizzano immediatamente. Avvicinandosi il risveglio, i peli rimangono attaccati sulla pelle, anche che l'animale cambi di posizione. Da queste piccole osservazioni possiamo concludere, che lo stato della pelle durante il letargo si ritrova in condizioni speciali e molto differenti.

Scorrendo la memoria di Quincke si vede, che nella ricerca VII e VIII, dopo il taglio del midollo spinale al livello della 3.ª 4.ª vertebra cervicale, si ebbe ancora respirazione diaframmatica, mentre invece nel cane e nel coniglio basta il taglio a livello della 5.ª cervicale, perchè si abbia la morte per sospensione della respirazione dia-

frammatica. Sembra quindi, in base a queste osservazioni, che i nervi frenici nella marmotta traggano origine anche più in alto rispetto a questi animali. Dubois, anche vide, che vi sono diverse particolarità, per quanto riguarda il cuore della marmotta, che è più voluminoso di quello degli altri roditori letargici; le arterie e le vene sono più grandi, le intercostali arteriose e venose sono eccezionalmente larghe, i piccoli vasi della periferia sono ristretti.

È una cosa molto interessante il vedere il peso degli organi e le varie dimensioni di questi nei diversi animali letargici, facendo specialmente delle comparazioni con quelli degli animali non letargici.

Intestini. — Noè ha fatto delle ricerche molto interessanti sopra il peso e la lunghezza dell' intestino nei ricci ed ha trovato queste cifre dividendo gli animali a seconda del loro peso:

Peso dei ricci	Peso medio	Lunghezza intestino tenue	Lunghezza intestino crasso (dal cieco all'ano)	Lunghezza totale dell'intestino
grammi	grammi	metri	metri	metri
da 50 a 100	82,16	13,379	2,453	15,832
» 100 » 150	136	7,519	1,486	9,005
» 200 » 250	228,5			6,681
Media generale .	116,1	10,785	2,005	12,790

Alezais aveva trovato per la cavia, animale che possiamo rassomigliare al riccio, le seguenti cifre medie:

Peso dell' animale	Peso dell' intestino	Lunghezza dell' intestino
grammi	grammi	metri
al disopra di 500	238,9	9,74
al disotto . . .	675	3,90
Media generale .	408,9	7,47

Comparando le due specie considerate (cavia e riccio) della stezza grandezza, si vede che la lunghezza dell' intestino riportata ad un chilo dell'animale è sensibilmente la stessa, quantunque un po' minore nel riccio, che era tenuto a regime assolutamente carnivoro.

Fegato. — Riporto qui le osservazioni fatte da Richet sul peso del fegato dei vari mammiferi, che sono le più complete, aggiungendovi naturalmente, quelle fatte da altri autori su animali letargici e non letargici.

Animale	Peso dell'animale kg.	Fegato per kg. grammi		Fegato per dcm.² grammi		Autore
Sorcio . .		51		0.85		Richet
Ratto. . .		51		2,90		»
Cavia . .		41		2,83		»
Coniglio .		42		4.20		»
Gatto. . .		32,5		4.00		»
Cane. . .		28,0		6.70		»
Uomo . .		34.8		10.35		»
Montone .		15,2		5.65		»
Porco . .		14.7		6.30		»
Bue . . .		13.1		9,40		»
Cavallo . .	450	13,13				Colin
Leone . .	312	39,06				»
Jena . . .	80-90	24.1				»
Lepre . .	3.422	39,1				»
Coniglio .	1.592	43.08				Maurel-Lagriffe
» .	1,891	40,7				Boylac
» .	1,334	44,4				»
Media .	1,612	42,5				
		42,8				Maurel-Lagriffe
Pollo . .	0,98225	30.4				Maurel
	grammi	giovani	adulti	giovani	adulti	
Cavia . .	200-350	45				»
» . .	350-450	41		4,3		»
» . .	600-900		37.50		4.28	»
Coniglio al disotto di	1400	55.33		6.94		»
» al disopra di	1800		38,07		6,77	»
Pollo . al disotto di	800	34		3,97		»
» . al disopra di	1100		28.80		3.98	»
Piccione al disotto di	350	35,9		3,78		»
» al disopra di	400		31		3.44	»

Animale	Peso dell'animale grammi	Fegato per kg. grammi giovani	adulti	Fegato per dcm.[2] grammi giovani	adulti	Autore
Cane .	. da 4 kg.	52,8		11,51		Maurel
» .	. da 4 a 10 kg.	40,7		9,84		»
» .	. da 30 a 40 »		21,18		9,87	»
» .	. da 40 kg.		20,90		9,72	»

				Peso in gr. per 100 gr. di muscolo	
Cavia .	50-200	42	2,85	21	Alezais
» .	200-400	44,1	3,01	17,66	»
» .	400-600	42,5	3,23	13,70	»
» .	600-800	38,5	3,22	11,29	»
Medie .	425	41,8	3,07	15,91	
Coniglio	1094,5	42,51			Lusena
Gatto .	per 1 kg. peso lordo	37,50			Böthlingk
» .	» » » netto	39,23			»
Sorcio .	15,5 peso medio	64,47			Noè
Ratto bianco	82,1	57,5			»
»	187,5	56,1			»
»	50-150	61,3			»
»	200-250	43,2			»

Animali letargici:

Animale	Peso dell'animale kg.	Fegato per kg. grammi	Fegato per dcm.[2] grammi	Autore
Riccio .	0,760	37,5		Valentin
» .	0,780	48,5		»
» .	0,635	27,5		»
Media .	0,691	37		
Marmotta .	1,083	33		»
» .	1,083	31,3		»
Media .	1,083	32,35		
	grammi			
Riccio .	528,4	62,9		Maurel
» .	al disotto di 500	67,22 (giovani)	6,18 (giovani)	»
» .	al disopra di 500	55 (adulti)	6,46 (adulti)	»

Animale	Peso dell'animale kg.	Fegato per kg. grammi	Autore
Marmotta .	1,500	32,30	Polimanti
» .	1,600	30,25	»
» .	1,100	31,40	»
» .	1,150	32,20	»
» .	1,200	30,50	»
» .	1,050	31,30	»
	Media 1,266	31,32	
Riccio .	0,650	38,50	»
» .	0,730	37,25	»
» .	0,700	40,20	»
» .	0,680	35,30	»
» .	0,720	36,40	»
	Media 0,696	37,53	

Dalle cifre, che abbiamo sopra riportate, si vede come non vi siano delle grandi differenze fra animali letargici ed animali non letargici per quanto riguarda il peso del fegato in rapporto al peso del corpo.

Pancreas. — Queste sono le cifre trovate dai varii autori in rapporto ad un chilogramma dell'animale:

Animale	Peso dell'animale grammi	Pancreas per kg. grammi	Autore
Cavia .	1000	3-4	Alezais
Riccio .	304	9 02	Noè
» .	685	8,78	»
» .	516	8,8	»
Coniglio	710	1,97	»
Gatto .	2505	2,83	»
Cane .	5345	3,5	»
» .	17,940	1,6	»
Uomo .		1,5	

Comparando queste cifre si vede, come il pancreas del riccio sia 2 volte e mezzo più grosso di quello della cavia, dovuto forse, secondo quanto pensa Noè, al regime carneo al quale è stato sottoposto l'animale.

Milza. — Queste sono le cifre trovate dai vari autori riguardo al rapporto fra la milza e il peso del corpo dell'animale:

Animale	Peso dell'animale grammi	Milza per 1 kg. grammi	Milza per 1 dcm² grammi	Autore
Sorcio .		4,1	0,07	Richet
Ratto .		3,15	0,19	»
Cavia .		1,4	0,09	»
Coniglio		0,54	0,05	»
Gatto .		1,88	0,23	»
Cane. .		2,72	0,62	»
Uomo .		3,80	1,15	»
Montone		1,60	0,60	»
Porco .		1,30	0,56	»
Bue . .		1,70	1,22	Alezais
Cavia .	463	3,1		»
»	563	1,2		»
»	630	1,3		»
Medie .	554	1,9		
Cavia (normale)		0,39		Charrin e Guillemonet
» (gravida)		0,71		»
Sorcio .	15,5 media	3,96		Noè
Topo bianco.	82,1 »	3,35		»
» .	187,5 »	5,55		»
Coniglio	2009	0,70		»
» .	1592	1,735		Maurel e Lagriffe
» .	1891	1,4		Baylac
» .	1334	1,9		»
» .	1612	1,65		»
Gatto. .	1 kg. lordo	2,87		Böhtlingk
» . .	1 kg. netto	3,01		»
Cavallo .	kg. 450	2,18		Colin
Leone .	» 312	2,24		»
Jena . .	» 80-90	1,73		»
Lepre .	» 3,422	0,58		»
Gatto. .	» 2,505	1,4		Noè
Cane . .	» 5,345	1,7		»
» . .	» 17,940	1,6		»

Ecco le cifre poi ottenute dai vari autori sui vari letargici:

Animale	Peso dell'animale grammi	Milza per 1 kg. grammi	Autore
Riccio .	760	2,63	Valentin
Marmotta	1083	0,92	»
»	1083	0,83	»
Media .	1083	0,875	
Riccio .	362,7	5,61	Noè
» .	668,3	5,48	»
Medie .	508	5,54	
Riccio .	528,4	8,85	Maurel e Lagriffe

Reni. — Questi sono i risultati, che ho potuto raccogliere, sul peso dei reni negli animali letargici e non letargici.

Animale	Peso dell'animale grammi	Reni per 1 kg. grammi	Autore
Cavia (appena nata) .		8,5	Alezais
» (primo giorno) .		11,7	»
» (pochi giorni dopo massimo sviluppo)		13,8	»
» (I mese). . .	200-250	11,6	»
» (3 mesi) . .	450-500	9,8	»
» (più vecchie) .		9,8	»
»	50-500 Media 255,3	11,11	»
»	500-900 Media 700	8,10	»
Media delle Medie	382,3	10,4	»
Uomo	kg. 65	4,3	
Cane		0,54-0,71 % (del peso del corpo)	Ellenberger-Baum
Cane		5,7-5,9	Manca
Sorcio bianco . .	15,5	17,4	Noè
Ratto bianco . .	82,1	12,06	»
» » . .	187,5	10,55	»
Cavia	554	9,5	»

Animale	Peso dell' animale grammi		Reni per 1 kg. grammi	Autore
Coniglio. . . .	2111		6,51	Noè
Gatto	2505		10,2	»
Cane	5345		5,2	»
»	17,240		5,2	»
Coniglio. . . .	1592	Media	4,51	Maurel e Lagriffe
»	1891	»	8,6	Baylac
»	1334	»	9,7	»
Media	1612		9,15	
Gatto	1 kg. lordo		12,12	Böhtlingk
»	» netto		12,67	»
Coniglio. . . .	1904,5		8	Lusena

Animali letargici:

Animale	Peso dell' animale grammi	Reni per 1 kg. grammi	Autore
Riccio	sotto 500 g. (353)	15,91	Noè
»	sopra » (668,3)	13,78	»
»	528,7 Media	10,15	Maurel e Lagriffe

Comparando degli animali quasi dello stesso peso, noi troviamo per quanto riguarda il rapporto dei reni al peso del corpo gr. 14,36 nel riccio, gr. 10,4 nella cavia, gr. 12 nel gatto e gr. 6,6 nel coniglio.

Polmoni. — Non molto numerose sono le ricerche eseguite sul peso dei polmoni negli animali letargici e non letargici.

Animale	Peso dell' animale grammi	Polmoni per 1 kg. grammi	Autore
Cavia.	554	10,2	Noè
Sorcio bianco. .	15,5	9,40	»
Ratto bianco . .	82,1	11,61	»
» » . .	187,5	12,94	»
Coniglio . . .	1992	6,72	»
Gatto	kg. 2,505	7,9	»
Cane	» 5,345	10,8	»
»	» 17,940	7,8	»

Animale	Peso dell' animale grammi	Polmoni per 1 kg. grammi	Autore
Coniglio . . .	kg. 1,592 Media	7,57	Maurel e Lagriffe
» . . .	» 1,891 »	8	Baylac
» . . .	» 1,334 »	5,2	»
Media	» 1,612	6,6	
Gatto	1 kg. lordo	7,31	Böhtlingk
»	» netto	7,65	»

Animali Letargici:

Animale	Peso dell' animale grammi	Polmone per 1 kg. grammi	Autore
Riccio	333 Media	15,70	Noè
»	668,3 »	11,69	»
Media	508	13,61	
Riccio	528,4 Media	17,93	Maurel e Lagriffe

Dall'esame di queste cifre si vede, come il peso dei polmoni non segue la stessa curva dell'organo epatico, si può concludere invece, che esiste una correlazione funzionale dei polmoni piuttosto con gli organi ematopoietici, che col fegato.

Capsule surrenali. — Molto limitate sono anche le ricerche eseguite sul peso delle capsule surrenali negli animali letargici e non letargici.

Animale	Peso dell' animale grammi	Capsule surrenali per 1 kg. grammi	Autore
Cavia	500-600	0,26-0,30	Langlois
Cavia adulta . .	1 kg.	0,4-0,5	Alezais
Cane.	kg. 5-18	0,1	»
Coniglio . . .		0,1-0,15	»
Gatto		0-1	»

Animali Letargici:

Riccio	520 Media	0,522	Noè

Langlois fa inoltre questo rapporto riguardo alle capsule surrenali:

	Cane		Cavallo	Como	Coniglio	Cavia	
Capsule	1	a 1	1	1	1	1	a 1
Corpo intero	6.000	12.000	12.000	10.000	10.000	1.500	2.000

Cuore. — Più numerose sono le ricerche eseguite sul cuore di animali letargici e non letargici.

Animale	Peso dell'animale grammi		Cuore per 1 kg. grammi	Autore
Coniglio . . .	1094,5	Media	2,53	Lusena
» . . .	1592	»	4,6	Maurel e Lagriffe
» . . .	1891	»	6,3	Baylac
» . . .	1334	»	5,1	»
Media	1612		5,7	
Gatto	1 kg. lordo		3,81	Böhtlingk
»	» netto		3,97	»
Sorcio bianco .	17,5		7,4	Noè
Ratto bianco. .	82,1	Media	7,25	»
» » . .	187,5	»	5,45	»
Coniglio . . .	1782	»	2,54	»
Gatto	2505	»	3,7	»
Cane	1 kg.	»	5,9-13,05	Colin
Pollo	982,25	»	7,59	Maurel
»	836,6	»	7,6	»
»	1100,4	»	6,9	»

Animali Letargici:

Riccio	304,7		6,86	Noè
»	685,3		5,21	»
Media	516,1		6,33	
Riccio	528,4	Media	11,38 (*)	Maurel e Lagriffe

(*) Il cuore sarà stato pieno di sangue.

Testicoli. — Limitate sono le ricerche dirette a vedere il peso dei testicoli in animali letargici e non letargici.

Animale	Peso dell'animale grammi		Testicoli per kg. grammi	Autore
		Media		
Cavia	50-500	(275)	1,092	Alezais
»	40-800	(650)	2,633	»
Media		425	1,671	

Animali Letargici:

Riccio	360	2,91	Noè
»	673,1	3,39	»
Media	547,9	3,301	

Il riccio dunque in rapporto alla cavia, per quanto riguarda i testicoli, ha una proporzione di parenchima testicolare due volte più grande nel giovane che nell'adulto, difatti è

di gr. 2,6 al disotto di 500 gr.
» » 1,2 » » » 300 »

quindi, secondo Noè, l'evoluzione della funzione sessuale è più precoce nel riccio e più tardiva nella cavia.

Passiamo ora a parlare della cosidetta *glandola del letargo*, che è una delle caratteristiche più meravigliose dei mammiferi e di tanto più meravigliosa, pensando che si ritrova in molte specie animali, che non hanno parentela alcuna fra di loro e pone in condizioni tali questi animali da far loro sopportare la cruda stagione in un letargo più o meno profondo. Quest'organo presenta parecchie ramificazioni: una nella cavità toracica, a lato del timo, o allo stesso posto; due rimontanti o porzioni cervicali, divise in una parte superficiale e una profonda, estendentesi verso l'alto, all'angolo del mascellare inferiore e all'occipite, esteriormente, fino all'acromion. Per mezzo dei prolungamenti discendenti indietro della clavi-

cola, esse sono in comunicazione colla porzione ascellare, che si trova sotto il gran pettorale e nel cavo dell' ascella dove va ad appendersi quasi sotto forma di un grandissimo lobo.

Infine, la parte dorsale disposta per paio, sopratutto sviluppata nei pipistrelli, si trova tra gli omoplati (dove è maggiormente sviluppata), e comunica anche con la porzione cervicale. Si ritrova qui al disotto dei lobi grassosi bianchi superficiali, che sono propri di tutti gli animali ed anche dell'uomo. Questo anello così formato viene chiuso al davanti, al di sopra ed attorno al timo, da un lobo, dal quale parte un nastro molto sottile, da ambedue i lati, va lungo l' aorta toracica, traversa il diaframma sino nelle vicinanze dei reni, dove l' organo ancora una volta si allarga sotto forma di ala.

È cosa assolutamente falsa, come ritiene Hammar, che nella regione inguinale nei ratti vi siano dei lobi di quest'organo del tutto suddivisi. È vero, che il tessuto grassoso prende poi una tinta brunastra, però si differenzia istologicamente, fisiologicamente ed anche embriologicamente dal vero e proprio organo del letargo. Il tessuto grassoso bianco si differenzia molto bene dal tessuto brunastro di quest' organo. Naturalmente non si riesce sempre a dividerli fra di loro colle forbici o col coltello, e ciò dipende da che il tessuto grassoso bianco s' interna da tutte le parti nella sostanza bianca. Per mezzo del microscopio si può facilmente rendersi ragione di ciò, specialmente con quei preparati, nei quali si mantenga grasso e questo sia colorito col Sudan.

La grandezza, il colore, l'aspetto esteriore, la struttura di quest' organo del letargo sono variabili; tanto secondo la specie che secondo l'età o la stagione è più o meno sviluppato, di aspetto ora granulare ed ora sotto forma di una massa floscia d' apparenza grassa. Si ritrova nella marmotta, nel ghiro, nel moscardino, nel criceto, nel riccio, nei pipistrelli e in tanti altri di questi animali. Però, questo organo, si ritrova anche sviluppato in molti animali che non fanno uso alcuno (almeno apparente) di esso, per esempio nei ratti, e nei topi e nelle loro varietà albine, tutti animali che non passano in letargo.

Senza questo organo sembra che il letargo sia impossibile, esso è quindi interessantissimo per lo scambio materiale di questi animali. Quest'organo è noto già da vario tempo; le prime discussioni su esso rimontano a circa 250 anni sono. Non esiste però una letteratura molto grande sopra questo, e specialmente, mancano delle ricerche eseguite con metodi precisi, e, come vedremo in seguito, c'è ancora molto da fare, quantunque in questi ultimi tempi qualche autore si sia occupato largamente, per rendersi una spiegazione esatta sulla costituzione intima e sulla funzione di questo organo.

Si deve rammentare ancora un rapporto topografico dell'organo del letargo con la colonna vertebrale. Nel punto, precisamente dove si trova la parte posteriore di questo corpo, la colonna vertebrale presenta una lordosi molto spiccata e più precisamente in quel punto che sta nelle parti superiori del dorso, fra le scapole. In questa lordosi si trova ammucchiato il corpo dorsale bruno (l'organo del letargo) di questi animali. Questa piccola fossetta viene ad essere completamente riempita dall'organo del letargo e dai lobi grassosi, in modo tale, che è il primo ad uscir fuori appena si vada a sezionare l'animale in questa parte.

Anche altri animali, per esempio la cavia e il coniglio, presentano una lordosi simile, quantunque un pò più piccola di quella che si trova negli animali letargici, ed anche in questi animali si ritrova il grande corpo grassoso del dorso. Ma però questa lordosi si origina in una maniera tutta differente, specialmente dopo la nascita, e ciò per due influenze. Da una parte influisce la meccanica del camminare e dall'altra il riempirsi del tessuto connettivo con grasso.

Nelle cavie, dove il corpo grasso si origina già intrauterinamente, poco prima della nascita, anche la lordosi è abbastanza pronunziata in quest'epoca della vita, però diventa più grande dal primo giorno della nascita in poi. Negli animali letargici invece, questa lordosi si manifesta già durante lo sviluppo e più specialmente, come con facilità uno si può convincere, con la comparsa dell'organo del letargo, che si sviluppa fra la colonna vertebrale e il tessuto connettivo sottocutaneo. Se si osserva un feto

di ratto, prima di questo tempo, non si vede assolutamente questa lordosi. Appena però sia iniziato lo sviluppo si ritrova anche la lordosi. Nei ratti comincia quando hanno la lunghezza di 16 mm.; si può vedere questo fatto anche nel sorcio e nel riccio. Von Hansemann ha ricercato altri animali letargici in questi primi periodi, però ritiene, che in tutti avvenga lo stesso.

Mi piace di riportare, sotto forma di tabella, che per buona parte ho ricostruito sul lavoro di Auerbach, la lista degli animali nei quali è stato ritrovato quest'organo del letargo, o qualche suo omologo e di indicarvi contemporaneamente l'estensione che prende nelle varie regioni del corpo. Nella tabella unisco anche le osservazioni da me compiute nei vari animali affine di constatarne la presenza o l'assenza.

NOME DELL'ANIMALE	Esemplari	NOME del ricercatore	Collo	Dorso	Ascella	Torace	Regione renale	Regione inguinale	OSSERVAZIONI
Mus decumanus		Sulzer	?	+	?	?	?	?	
»		Jacobson	?	?	?	?	?	?	
»		Hammar	+	+	+	+	+	+	Varietà bianco-nera.
»	13	Auerbach	+	+	+	+	+	+	Quasi tutti di questa varietà bianco-nera.
Mus rattus	3	»	+	+	+	+	+	+	
Mus musculus		Affanasiew	?	?	?	?	?	?	
» »	3	Auerbach	+	+	+	+	+	+	
Arvicola agrestis	3	»	+	+	+	+	+	+	
Myoxus moscardinus	2	»	+	+	+	+	+	+	
» »	5	Polimanti	+	+	+	+	+	+	
» nitela		Prunelle	?	?	?	+	?	?	
» »	4	Auerbach	+	+	+	+	+	+	
» avellanarius (Sin).		Marshall Hall	?	?	?	?	?	?	Ne constata l'esistenza.
» glis		?	?	?	?	?	?	?	Ignoto.
» »	5	Polimanti	+	+	+	+	+	+	
Sciurus vulgaris		Hirzel e Frey	?	?	?	+	?	?	
» »	2	Auerbach	—	—	—	+	—	—	
» volans (Sin.)		Pallas	?	?	+	?	?	?	
Lepus cuniculus		Ehrmann	?	+	?	?	?	?	

NOME DELL' ANIMALE	Esemplari	NOME del ricercatore	Collo	Dorso	Ascella	Torace	Regione renale	Regione inguinale	OSSERVAZIONI
Lepus cuniculus. . . .	2	Auerbach	—	—	—	—	—	—	2 esemplari grassi, 1 esemplare magro
» timidus		»	+	+	+	+	+	+	Debole ovunque.
» alpinus		Pallas	?	?	?	?	?	?	Ne constata l'esistenza.
Cavia cobaya		Meckel	?	?	?	?	?	+	Non costante.
» »		Hammar							
» »	1	Auerbach	—	—	—	—	—	—	
» »	5	»	—	lievissimo in 1 esemplare	lievissimo in 2 esemplari	lieve in 4 esemplari	—	—	
» »	3	Polimanti	—	—	—	—	—	—	
» »	5	»	—	lievissimo	lievissimo	lievissimo	—	—	
Arctomys Marmota . . .		Velsch	—	—	—	+	—	—	
» » . . .		Harder	—	+	sotto i M.M. pettorali	—	+	—	
» » . . .		Scheuchzer	?	?	?	?	+	?	
» » . . .		Prunelle	?	?	?	+	?	?	
» » . . .		Tiedemann	sotto le clavicole e i M.M. pettorali	?	+	+	?	?	

NOME DELL' ANIMALE	Esemplari	NOME del ricercatore	Collo	Dorso	Ascella	Torace	Regione renale	Regione inguinale	OSSERVAZIONI
Arctomys Marmota . . .		Buffon	?	+	?	?	+	?	
» » . . .		Hirzel e Frey	+	+	+	+	?	?	
» » . . .		Affanasiew	?	?	?	?	?	?	Ne constata solo l'esistenza.
» » . . .	2	Auerbach	+	+	+	+	+	+	
» » . . .	6	Polimanti	+	+	+	+	+	+	
(Varietà Russo-Asiatica) .		Pallas	sotto i M. M. pettorali	—	+	+	+	—	
Cricetus frumentarius .		Sulzer	+	+	+	—	—	—	
» » .	1	Auerbach	+	+	+	+	poco	+	
Castor fiber		Tiedemann	sotto i M. M. pettorali	—	+	+	—	—	
Spermophilus citillus . .		Horvath	sul petto	+	—	—	—	—	
Citillus (Sin.)		Pallas	?	?	?	?	?	?	
Mus lemmus (Sin.) . . .		»	+	—	—	—	—	—	
Myosis lemmus		»							
Mus lagurus (Sin.) . . .		»	—	—	+	—	—	—	
Mus avenarius (Sin.) . .		»	+	—	+	—	—	—	
Mus songarus (Sin.) . . .		»	+	—	+	—	—	—	

NOME DELL' ANIMALE	Esemplari	NOME del ricercatore	Collo	Dorso	Ascella	Torace	Regione renale	Regione inguinale	OSSERVAZIONI
Mus iaculus (Sin.) . . .		Pallas	+	—	—	—	—	+	
» vagus (Sin.)		»	+	—	+	—	—	—	
» caraco (S.n.)		»	+	—	—	—	—	—	
Hypudaeus arvalis (Sin.) .		»	?	?	?	?	?	?	Ne constata solo la presenza.
Erinaceus europaeus . .		Prunelle	?	?	?	+	?	?	
» » . .		Tiedemann	?	?	?	+	?	?	» »
» » . .		Meckel	?	+	?	+	?	?	
» » . .		Jacobson	?	?	?	?	?	?	Non descritta bene la posizione.
» » . .		Hirzel e Frey	?	?	?	?	?	?	» »
» » . .		Affanasiew	?	?	?	?	?	?	» »
» » . .		Carlier	+	+	+	+	—	—	
» » . .	4	Auerbach	+	+	+	+	+	+	
» » . .	1	»	+	+	+	+	—	—	
» » . .	1	»	+	+	+	+	debole	debole	
» » . .	5	Polimanti	+	+	+	+	+	+	
» » . .	3	»	+	+	+	+	lievissime	—	
Tupaia ferruginea . . .		Auerbach	?	?	?	?	?	?	Dubbia l'esistenza.
Talpa Europaea		Jacobson	?	?	?	?	?	?	Ne constata solo la presenza.
» »	5	Auerbach	+	+	+	+	+	?	
» »	4	Polimanti	+	+	+	+	+	+	
» »	5	»	+	+	+	+	lievissima	—	

NOME DELL'ANIMALE	Esemplari	NOME dèl ricercatore	Collo	Dorso	Ascella	Torace	Regione renale	Regione inguinale	OSSERVAZIONI
Sorex spec.		Jacobson	?	?	?	?	?	?	Ne constata solo la presenza.
Vespertilio murinus . .		Prunelle	?	?	?	+	?	?	
» » . .		Hirzel e Frey	?	?	?	?	?	?	Ne constatano solo l'esistenza.
» » . .	6	Polimanti	+	+	+	+	+	+	
» noctula . .		Marshall Hall	?	?	?	?	?	?	Ne constata solo l'esistenza.
» » . .	6	Polimanti	+	+	+	+	+	+	
» auritus . .		Hirzel e Frey	?	?	?	?	?	?	» »
» » . .	6	Polimanti	+	+	+	+	+	+	
» mystacinus .	2	Auerbach	+	+	+	+	+	—	
» » .	6	Polimanti	+	+	+	+	+	—	
Cynopterus marginalis .	3	Auerbach	?	?	?	?	?	?	Non sicura la presenza, ma probabile.
Rhinolophus affinis . .		»	?	?	?	?	?	?	» » »
Putorius vulgaris . . .		»	?	?	?	?	?	?	» » »
Mustela martes		»	?	?	?	?	?	?	» » »
Felis domestica		Hammar	—	—	—	—	—	—	
» »		Auerbach	—	—	—	—	—	—	
» »	3	Polimanti	—	—	—	—	—	—	
Meles Taxus		Jacobson	—	—	—	—	—	—	
» »		Auerbach	—	—	—	—	—	—	
Embrione umano di 50 mm. . .		»	—	—	—	—	—	—	
» » . .		»	—	—	—	—	—	—	

Questo organo del letargo non era ignoto ai vecchi autori, che lo ritennero di natura linfatica e che stesse in diretto rapporto col timo.

La prima notizia si ritrova in G. H. Velsch (1670) nella sua « Anatome muris alpinis », il quale nel descrivere la sezione di una marmotta così parla del timo di questo animale « . . . . . thymum autem pulmonibus adsitum, juxta arteriam aspertam, plane eiusdem cum illis magnitudinis.. » Non fa menzione, se si ritrovano depositi in altre parti del corpo.

Qualche anno più tardi Harder (1686) nella sua « Anatome muris alpini » ne dà una descrizione anche più precisa e riscontra depositi di questo organo in varie parti del corpo della marmotta. Così dice:

« Habet etiam usum suum dorsi caro glandulosa eumque nobilem, materiae viae oleaginosae, sulphureae in pinguedinem deincepps transeuntis secretionem paulatinam, eiusmodi etiam in abdomine, et pellem inter et musculos copiose sequestrato, imo tantum non ibi in certas quasi vesiculas reconditur, quod aestivo tempore ubi pabulo saginantur, animadvertere est facilius, quam hyemali, cum per flusculum tempus dormierunt; tunc enim illa sensim funditur, perque vasa convenientis resorbetur, profluere, nec escam pariter accomodatam, vel sapidam praebent, quod etiam de cochleis sin tempore demonstrabimus. » Sembra dunque manifesto, che egli ne abbia confermato la presenza fra i muscoli e perfino nell'addome; ne constata anche una differenza fra l' estate e l' inverno. Parlando della sezione di due marmotte così si esprime:

« In utrisque sectione praeter modo nominatas partes plurimas glandulas mammarias aemulantus, in dorso cer vicem versus conspicati flumus. » Come si vede accenna chiaramente alla presenza di quest' organo ai lati del collo.

Buffon (1749) conobbe sicuramente questo speciale deposito grassoso, che costituisce l' organo del letargo.

Difatti al vol. V, pag. 226, parla così di una marmotta: « En automne elle est très grasse. Outre un très grand épiploon elle a comme le loir (Myoxus nitela) deux feuillets graisseux fort épais; cependant elle n'est pas également grasse sur toutes les parties du corp; le dos et les

reins sont plus chargés que le reste d'une graisse ferme et solide assez semblable à la chair des tétines du boeuf. »

F. G. Sulzer (1774) nella sua « Versuch einer natürlichen Geschichte des Hamsters », prima di ogni altro autore, chiama questo organo « Drüse » : *glandola*, ne descrive perfettamente la posizione nel criceto nel cavo ascellare, nel dorso e nel collo. Nella sua memoria accenna molto al fatto che tali *glandole* si trovano anche in animali non letargici, come il ratto. Dà anche una descrizione molto precisa del sistema vascolare di questo organo. Così chiaramente si esprime:

« Von den Drüsen: Die Drüsen überhaupt sind gross und zahlreich. Die Ohrendrüsen unter den Armhöhlen und um den Hals, sind so weit ausgedehnt, dass sie sich wenigstens alle untereinander berühren. Es findet sich ausser diesen noch eine andere auf dem Rücken, in der Vertiefung assischen beyden Schulterblättern, welche ebenfalls bey der Ratte zu sehen; sie ist ansehnlich, bisweilen über einen Zoll lang und einen halben breit, und in der Mitte wo bis drei Linien dicke, dem nach ihrem Rande zu wird sie dünner. Sie besteht aus zweien nahe an einander liegenden Teilen, welches dem ersten Ansehen nach nur aussieht, als wenn die Drüse der Länge nach nur eine Furche hätte, man kann sie aber mit geringer Mühe auseinanderziehen und die wenigen zellichten Fasern, dadurch sie verbunden ist, abtrennen, bis man auf den Grund kommt, wo zwischen der fünften und sechsten Ribbe an der linken Seite des Rückgrads die Gefässe durchkommen. Die Ader ist Verhältniswseise gross, da in ihrem Stamm auch die mehresten Adern der Rückenmuskeln zusammenlaufen; ihre beyden grössten Aeste erhält sie von diesen Drüsen, sie geht hierauf durch die Muskeln zwischen den Ribben durch, und ergiesst sich in die Ader ohne Paar, welche hier auf der linken Seite des Rückgrades herauf kommt; die Pulsader ist kleiner und kommt aus dem herabsteigenden Stamm der grossen Pulsader, wo sie mit der Blutader die Ribbenmuskeln durchbohrt und sich in dieser Drüse verteilt, auch den Rückenmuskeln einige Aeste giebt. Die Rückendrüse ist mit den unter den Armhöhlen gelegenen, durch verschie-

dene kleinere Drüsen, die unter dem Schulterblatte weggehen, verbunden. Einen gemeinschaftlichen Ausführungsgang habe ich nicht gesehen. Sie ist mehrenteils mit Fett überzogen. »

Descrizione più chiara di questo organo del letargo nel criceto non se ne poteva certo dare; Sulzer non parla della presenza di questo nel cavo toracico, addominale o nella regione inguinale.

J. J. Scheuczer (1777) in un piccolo lavoro fatto sulla marmotta, parlando dell' enorme sviluppo delle glandole in questi animali, osserva, che sono sopratutto sviluppate quelle, che sono lungo i muscoli della colonna vertebrale (intende sicuramente parlare dell' organo del letargo).

Pallas (1784) nella sua opera « Novae species quadrupedum e glirium ordine » parla a lungo di rosicanti letargici e non letargici e fa una differenza fra Mures soporosi e Mures letargici.

I. Mures soporosi

1. Mus marmota L (Sin. Arctomis marmotae)
2. Mus mnax L. (Sin. ?) ovvero
   Marmota americana Edward ovvero
   Marmota marylandica Tennant.
3. Mus arctomys (Sin. Arctomis bobac).
4. Marmota quebekana Tennant.
5. Mus citillus (Sin. Spermophilus citillus).

II. Mures lethargici

1. Mus jaculus (Sin. ?).
2. Mus sagitta Pallas (Sin. ?)
3. Mus cafer (Sin. Pedetes caffer)
4. Mus longipes L. (Sin. Jaculus hudsonius)
5. Mus tamaricinus (Sin. ?)
6. Mus intedula (Sin. Myoxus dryas)
7. Mus Glis (Sin. Myoxus glis)
8. Mus avellanarius (Sin. Myoxus muscardinus) uguale al Muscardinus Buffon
9. Mus betulinus (Sin. ?)
10. Mus vagus (Sin. ?)
11. Mus striatus (Sin ?),

Pallas considerò l'organo del letargo come un elemento integrante del timo (da lui chiamato glandola mammaria). Parlando del Lepus Alpinus (p. 55), così si esprime a proposito di questo organo: « tum alia glandula thymi simiinsiper lhymphatica, mole tritici. Panniculus carnosus ut in Citillo. »

Dall'opera di Pallas si possono prendere altre citazioni che riguardano la presenza e la descrizione di questo organo nei vari letargici.

1. Arctomys marmotae Russo-Asiatica:

« Thymus totam summam thoracis cavitatem ante cor explet, truncis vasorum maioribus circumfusa, acinosa, pancreatis substanciae similis, sed vasculosior, venis e pulmonali iam irrigua parcissima pinguedine mixta. — Eiusdem naturae Glandula utrinque singularis sub musculo pectorali maiore supra thoracem explanata, discoidea, angulo sub armos producta, paulo minus vasculos, acinisque densius cohaerentibus, singula pondere circiter 3 drachmorum; quibus vasa magna a mammalibus et subclaviis accedunt. — Largior thymus atque glandularum thymo analogarum apparatus in omnibus, quae sopiuntur, animalibus observabilis, atque hyeme magis floridus, usum carum in subigendo humores consistere, eo magis probabile reddunt, quum lethargus iste animalium ex parte, statui foetus in utero quam maxime comparabilis videatur, foetibusque pariter thymus in universum florentissima reperiatur. »

2. Citillus (p. 135) « Glandulae thymo analogae utriusque circa collum, et sub musculis pectoralibus latissimae, ut in Marmottis; thymus item maxima. »

3. Mus lemmus (Sin. Myodes lemmus) (p. 202) « Totum collum infra ab una ad alteram aurem ambeunt et capiti aequant glandulae thymo substantia analogae, incomplures utrinque sub aure minores lobos, unumque maiorem lunatum subdivisae. Cervix plerisque pinguissima. »

4. Mus lagurus (Sin. ?) (p. 215) « Tractus pinguedinosus inguinalis, cum lymphatica glandula antefeminali exigua, ut in reliquis congeneribus. Pinguedo sub armis multa in altilibus, sponte vix ulla. »

5. Mus arenarius (Sin. ?) (p. 261) « Glandulae circa collum insignes duae, exiguae sub armis. »

6. Mus songarus (Sin. ?) (p. 299) « Quum in memoratis varietatibus interna structura parum admodum differat, e maioribus praesertim anatomica descriptio hic dabitur. Glandulae subcutanea thymo analogae insignis, ut in omnibus hyeme sopitis. Circa collum terniter explanatae duae simul pondere gr. XI — quatuor tenues sub pectorali et sub axillis explanatae, collectim pondere gr. XII. Praeterea (ne anteriora scilicet nimis onerata forent) ad superiorem introitum pelvis, intra abdomen, utrinque Glandula depressa, subrotunda et facie fere suprarenalium humanarum, in pinguedine omentarum lateralium nidulans. Similis, sed maior et oblonga, utrinque obtusiuscula, triquetra, carina dorsali productione explens sinum longitudinalem lumbarem, pone renes exteriusque ad psoadas existentem; harum dextra apice circiter sub extremum renis desinens, sed sinistra extremo superiore depresso et rotundatum secundum renum dorsumque insinuatur maior et crassior compare. »

8. Mus vagus (Sin. ?) (p. 331) « Glandulae circa collum et sub armis largae, ut in omnibus hyeme torpentilus. »

9. Mus caraco (Sin. ?) (p. 339) « Glandulae largae circa collum. »

10. Sciurus volans (Sin. ?) (p. 365) « Glandulae thymo analogae axillares exiles, ut ambo vix 3 granarum pondus aequant; ad collum insigniores, paroticae, pondere juncto 21 granorum. Ipsae parotides utrinque bipartitae sub mandibulae basi, 4 granorum pondere. »

Pallas, adunque, aveva riscontrato quest'organo del letargo in molti animali ed aveva nettamente localizzato i punti, dove può essere facilmente ritrovato. Dalle sue descrizioni appare anche manifesto, che lo ritenne per il timo, ovvero per un organo molto simile a questo e dalle citazioni fatte appare manifesto, che per lui quest'organo è di natura essenzialmente linfatica.

Rudolphi chiamò pel primo questo organo « *glandola adiposa.* ».

Mangili (1811), che fece le sue ricerche sugli animali

letargici ai quali abbiamo sopra accennato e Prunelle (1811) che ricercò:

1. Erinaceus europaeus,
2. Vespertilio murinus,
3. Myoxus nitela,
4. Arctomys marmota,

confusero l'organo del letargo col timo e lo ritennero anche loro come di natura linfatica.

Prunelle fece l'osservazione molto importante, che questo organo si atrofizzava durante l'estate, e ne descrive nettamente la sua posizione nella cassa toracica.

Meckel (1806-1814) descrive anche lui questo organo come una glandola del timo e nota, che la stessa sia molto sviluppata nei rosicanti. Compiute delle ricerche nelle cavie, descrive anche in queste un organo analogo nella regione inguinale: ritiene però che in questo animale questo *grasso color castagno* non è costante, oppure, se ce n'è, è pochissimo sviluppato.

Meckel descrisse inoltre il timo delle foche e dei delfini e giunge alla conclusione che questo *timo*, rimane costante in tutti gli animali che vivono lungo tempo sotto terra (p, es. letargici) ovvero nell'acqua (p. es. Foche e Delfini); trae da ciò una conclusione per mettere in rapporto il timo con i polmoni.

Tiedemann (1815) ritiene anche lui come timo questo *grasso color bruno*, e a questo proposito fece una ricerca sopra una marmotta durânte il letargo ed un'altra ricerca sopra un'altra marmotta dopo il letargo.

Nella prima marmotta osservò, che questo accumulo grassoso si trovava nel cavo toracico, al di sotto della clavicola e dei muscoli pettorali ed inoltre anche nel cavo ascellare. Il colorito era bianco-rossástro ed era sotto forma di lobi: « Jedes Läppchen war aus vielen rundlichen, mit einer grauweissen chylusartigen Flüssigkeit angefüllten Bläschen zusammengesetzt, auf welchen sich Gefässnetze verzweigten. »

Nell'estate 1813 egli in un'altra marmotta trovò, che la glandola timo era rimpicciolita, appiattita, senza vacuoli ovvero cellule. Questa osservazione di Tiedemann non fece che confermare quello che era stato visto da tutti

gli autori, da Prunelle in poi, che cioè, durante l'estate questo organo vada sensibilmente diminuendo.

Tiedemann trovò costante questo corpo grassoso nel riccio e nei pipistrelli in ogni epoca dell'anno, e sembra, secondo lui, che si ritrovi anche nel castoro e nella lontra. In base a queste sue ricerche egli ritiene, che il letargo non sia altro che un ritorno allo stato fetale.

Meckel (1815) confermò queste ricerche di Tiedemann oltre le sue proprie anteriori ed aggiunse qualche cosa di nuovo. Egli descrive nel riccio un timo dorsale, il quale, naturalmente, non è che quella parte dell' organo del letargo, che si trova fra le scapole e che era già nota. Soggiunge inoltre, che nella marmotta il timo sia ripieno completamente di grasso e descrive minutamente tutti i punti caratteristici dove si può ritrovare quest'organo in questi animali. Infine sostiene, che non se ne trova accenno alcuno in quei roditori (fece ricerche sui sorci e topi) non letargici, cosa che, come vedremo appresso, non è affatto giusta.

Jacobson (1817) è stato il primo, che abbia nettamente distinta la glandola timo dall'organo del quale parliamo. Egli lo ascrisse al tessuto grassoso e lo ritenne come una modificazione di questo. Basandosi sopra questa sua ipotesi lo ritrovò nei giovani ricci, nella talpe, nei topi ragni ed, in leggero grado, anche nel ratto e nel topo casalingo; non lo ritrovò invece affatto nel tasso che passa, per errore di alcuni autori, per un animale letargico tipo.

Burdach (1830), nel suo Manuale di Fisiologia, non fa che riportare tutte le idee dei suoi antecessori sopra l'organo del letargo e da parte sua, quantunque non abbia fatto delle ricerche in proposito, pure tuttavia ritiene, che sia analogo al timo e lo confonde con questo.

Haugstedt (1831) rifece completamente le ricerche di Jacobson sugli stessi animali letargici e giunse alle stesse conclusioni; egli fu del parere (quantunque fosse già da lungo tempo stabilito), che l' organo in sè stesso non fosse una glandola secernente vera e propria e che non possedesse alcun condotto escretore, ma che si trattasse di un genere tutto speciale di tessuto grassoso.

Marshall Hall (1832), che studiò il letargo specialmente

dal lato fisiologico nei seguenti animali: Erinaceus europaeus, Myoxus avellanarius e Vespertilio noctula, era dello stesso parere di questi due ultimi autori per quanto riguardava la costituzione anatomica dell'organo del letargo.

Simon (1815) trova nei Chirotteri e negli Insettivori un piccolo timo, che confonde con l'organo del letargo. Differentemente però le cose andrebbero, secondo lui, nei Rosicanti, nei quali descrive molto bene questo grasso bruno, che crede poter assolutamente differenziare dal timo. Egli così si esprime in questo punto: « I believe, I may venture to state as a certainty, that in all cases where the Thymus becomes a permanent organ, it does so under analtered charakter, namely, by a singular and striking transformation of its ultimate elements, by developping its natural cytoblasts and fluid contents into a system of nucleated particells, held within a limitary membrane ». Però questa idea di Simon non fu accettata da nessuno degli autori che vennero poi.

Barkow (1836), in base a ricerche proprie, conferma quanto era stato visto da Jacobson e descrive molto minutamente la posizione di quest'organo. Molto a ragione sostiene Auerbach, che Barkow è stato il primo ad usare la parola « Winterschlafdrüse » (Glandola del letargo) e così si esprime sopra la sua natura: « Die Winterschlafdrüsen gehören zu den unvollkommenen Drüsen wie die Thymus, die Schildrüse etc. », però ritiene, che nell'interno di questa *glandola* possa essere prodotto anche il grasso.

Nel lungo periodo di tempo che va dal 1832 al 1883 quest'organo fu ritenuto come una *glandola sanguigna*.

Primo di tutti ad esprimere una simile idea fu Ecker nel suo articolo sopra le « Blutgefässdrüsen. » Egli riconosce molto bene quest'organo e ne descrive la posizione nei luoghi tipici, ad eccezione delle regioni renale ed inguinale. Egli descrive molto bene la sua costituzione cellulare e la suddivisione dei vasi sanguigni. Ritiene infine, che la glandola del letargo debba ascriversi alle glandole sanguigne e che possa ritrovarsi anche in animali che non cadono in letargo, come il coniglio ed il sorcio.

H. Hirsel e H. Frey (1863) fecero un lavoro che ha molti rapporti con quello di Ecker, quantunque compiuto molti anni più tardi. Essi fecero le loro ricerche macroscopiche sopra i seguenti animali letargici:

1. Arctomys marmota,
2. Erinaceus europaeus,
3. Vespertilio murinus e auritus,
4. Hypudaeus arvalis,
5. Sciurus vulgaris,
6. Mus decumanus.

Per quanto riguarda la costituzione anatomica di questo organo non fanno che confermare quanto aveva visto Ecker: « Auf diesem Wege sind wir einem eigentümlichen Resultate gekommen. Die Ecker'schen Drüsenzellen existieren nicht, und die Maschenräume des Capillarnetzes werden von einem ganz besonderen, unendlich zarten Netzwerke feinster Fäserchen erfüllt, in dessen Interstitien der fettige Inhalt gelegen ist. Es findet sich somit keine Aehnlichkeit weder mit dem Bau der Lymphknoten, noch der Blutgefässdrüsen im Allgemeinen und der Thymus in Besonderen. Eine drüsige Textur kann überhaupt nicht behauptet werden. »

E. Fleischl (1869) nel suo lavoro sulle glandole senza condotto escretore, per quanto riguarda l' organo del letargo, scrive che la sua struttura non era cellulare, bensì piuttosto fatta di uno speciale tessuto di sostegno. Le cellule descritte da Ecker si mostrerebbero solamente fissando e trattando poi ulteriormente i preparati microscopici con metodi speciali. Le ricerche di Fleischl, si riallacciano a quelle di Ecker e di Hirzel e Frey.

Il lavoro di Affanasiew (1877) conferma quello degli autori suddetti. Egli fece le sue ricerche su:

1. Erinaceus europaeus,
2. Arctomys marmota,
3. Mus musculus,
4. Pipistrelli di varie specie,
5. Embrione di Riccio.

Ritenne, come Ecker, l'organo essere fatto della stessa struttura cellulare supposta da questo. Per quanto riguarda poi più particolarmente le cellule, osserva che queste non

hanno nemmeno la più lontana somiglianza con quelle del timo. Ritiene inoltre, che quella caratteristica tinta bruna per la quale si distingue subito l'organo del letargo, dipenda da un pigmento piuttosto diffuso nella trama cellulare di questo sotto forma di piccoli granuli. Questo pigmento, secondo Affanasiew, contiene emoglobina incaricata di fornire una provvigione di ossigeno durante il periodo letargico ciò, che come vedremo, viene negato da altri autori, specialmente da Ehrmann.

Valentin (1857) nota, in più punti delle sue memorie, che l'organo del letargo nelle marmotte, durante il periodo letargico, presenta dei fatti abbastanza importanti, perchè all' inizio di questo è ripieno di grasso, mentre alla fine sparisce completamente; non si tratta però di una atrofia, bensì di una utilizzazione dei materiali di riserva, che in queste glandole sono contenuti.

Valentin ha confermato le osservazioni di Prunelle ed ha notato che nel mese di maggio o di giugno, la parte accompagnante l' aorta è completamente scomparsa. La parte toracica non si compone più allora che di masse che si trovano al disopra della base del cuore e del pericardio attinente all'aorta. La parte cervicale è più piccola e molto abbondantemente riempita di sangue. Forti ammassi glandolari si estendono da ciascun lato dell' omoplato e della parete toracica.

È della stessa idea di Ecker, quando ammette che la *glandola del letargo* ha la stessa struttura microscopica delle *glandole sanguigne*.

Friedleben (1858) constata l' assenza totale di questo organo in un animale, che egli considera a torto come un vero letargico, il tasso.

Stannius (1853) ha preteso, che il simpatico venga rigenerato nell'interno della glandola del letargo.

Ehrmann (1883) pensò, che la parola *glandola* dovesse esser conservata; egli non ha potuto vedere niente di ciò che ha visto Stannius nella marmotta, come pure non ha riscontrato corpi, nè cellule ganglionari, nè sviluppo di fibre nervose in alcuno dei lobuli. Ehrmann accetta il nome che dà Rudolphi di questo organo, ossia di « glandola adiposa. »

Egli si occupò specialmente di fare ricerche nei pipistrelli ed osservò che in questi animali la parte dorsale disposta a paio è specialmente sviluppata. La grandezza, il colore, l'aspetto esteriore, la struttura di quest'organo sono variabili, sia secondo la specie, che secondo l'età e la stagione.

Questi organi sono formati di grandi cellule poligonali, accumulate in lobi e lobuli presso a poco di 25 mm. di diametro, che sembrano sotterrate in uno stroma amorfo e molto difficile ad isolare. Esse sono avviluppate da una spessa rete di capillari. Negli animali giovani e letargici, nei pipistrelli, per esempio, in inverno, il contenuto delle cellule è ricco di sostanze proteiche con fini granulazioni solubili nella potassa. Dopo l'azione di questa si riconoscono facilmente dei nuclei di mm. 0,007. Negli animali più avanzati in età, in estate, le cellule sono riempite di granulazioni adipose solubili nell'etere. L'organo è molto sviluppato nel primo stato giovanile.

In tutti gli animali letargici, si trova un timo nettamente distinto, d' una struttura e d' un volume ordinario, ma che sparisce più tardi, come in qualunque animale, e non si trova al suo posto che la porzione toracica dell'organo del letargo. Così in un riccio neonato, non esisteva alcuna comunicazione o congiunzione, mentre negli stessi animali adulti si vedeva il resto del timo completamente coperto dalla glandola adiposa. Nei piccoli pipistrelli, il timo è molto sviluppato, ma sparisce completamente nell'adulto.

Secondo Ehrmann, nei pipistrelli, si distinguono all'esame microscopico dell'organo dei lobuli composti di cellule separate da un fine stroma, nei quali camminano dei capillari nascenti a mazzo dalle arterie e terminanti poi in mazzi di piccole vene (come un sistema portale). Le cellule racchiudevano dei granuli grassi. Nel riccio, in primavera, si trovano:

a) Cellule poligonali con un nocciolo rotondo e delle granulazioni;

b) Cellule, ancora poligonali, ma con dei gruppi di granulazioni grasse separate da spazi protoplasmici senza grasso;

c) Cellule muriformi contenenti grosse gocciole grassose separate da sottili tramezzi di protoplasma in piccoli grani;

d) Cellule non contenenti più di due o tre grossi lobuli grassosi e un protoplasma omogeneo;

e) Infine un inviluppo sottile riempito di grasso. Si tratta, in definitiva, della trasformazione di una cellula parenchimatosa in cellula adiposa, come accade nel tessuto adiposo ordinario.

Le cellule divenute adipose sono poco numerose al mese di maggio e di giugno, ma se ne trovano molte in settembre. È nel centro del lobulo, presso il vaso centrale, che la trasformazione è meno avanzata; là, esse rassomigliano agli elementi del tessuto adenoide.

Cosa diventano questi elementi durante l'inverno? Nel pipistrello, in gennaio, vi è già disparizione d'una parte dei globuli grassi, il margine protoplasmico diviene più largo e mostra una struttura reticolare. In febbraio si ha una diminuzione più accentuata del grasso, le cellule ridivengono angolose con nucleo centrale. Infine, delle cellule che hanno perduti i loro contorni angolosi, a protoplasma granulato, racchiudono una o parecchie piccole cavità riempite d'un liquido acquoso (cellule degenerate); insomma, atrofia semplice ed atrofia sierosa, come nel tessuto adiposo ordinario.

Vi sono delle inclusioni nella glandola invernale. Si trovano nel pipistrello, dei gangli linfatici veri racchiusi in una capsula del tessuto congiuntivo proprio, di qualche millimetro di diametro e vi si trovano spesso delle granulazioni pigmentate. Nel riccio questi gangli linfatici sono più grandi, e arrivano fino ad 1 centimetro di diametro. Si osservano follicoli assolutamente chiusi, circondati da una membrana del tessuto congiuntivo trasformata in cellule cubiche: esse hanno talvolta il carattere di cellule caliciformi e son riempite, o d'un detrito con granulazioni fine e nucleo, o d'una massa omogenea colorantesi col carminio e rassomigliante del tutto al colloide, e talvolta mostrante dei vacuoli, come si osservano spesso nel corpo colloide delle glandole tiroidi indurite. Infine, vi sono dei follicoli della grandezza di quelli delle

glandole tiroidi, in gruppi da 4 a 10 nel tessuto congiuntivo, o nell' ilo dei lobuli e nella parte cervicale dell'organo, ma essi sono incostanti nella loro produzione « Evidentemente, dice Ehrmann, si tratta di lobuli di glandole tiroidi accessorie e il loro ritrovarsi deve sembrare di tanto meno straordinario di quello che molti anatomici hanno visto ritrovandone in diverse parti nei dintorni della glandola tiroide permanente. » Per quanto riguarda poi l' ufficio della glandola del letargo, egli ritiene, che consista a racchiudere delle cellule di cui la funzione è di divenire periodicamente adipose, di fare provvigione di grasso, e dopo la consumazione di questo, di ritornare allo stato di cellule parenchimali.

In animali giovani, cani, gatti, conigli, si trova nel collo e nella nuca, nella regione scapolare, un corpo adiposo che ricorda molto, per la sua forma, la sua estenzione e le sue diverse tinte, la glandola del letargo e racchiude anche dei gangli linfatici. Negli animali ben nutriti, si riconoscerebbero le due appendici discendenti lungo l' aorta.

Si può dunque, con grande verosimiglianza, supporre che non si tratta d'un organo specifico di una certa classe di animali, ma di un organo adiposo, comune ai mammiferi, insomma di un tessuto adiposo.

Il pigmento viene probabilmente dal sangue, ma questa non è una ragione, secondo Ehrmann, per ammettere, con Affanassiew, che essa contiene dell' emoglobina incaricata di fornire una provvigione di ossigeno durante l'inverno. Queste granulazioni pigmentarie, verosimilmente derivate dal sangue, son rare, sopratutto al momento della più grande ripienezza adiposa.

Affanassiew rassomiglia la glandola del letargo alle capsule surrenali. Vi sarebbe là accumolo del pigmento nel tempo quando la consumazione dell'emoglobina è insufficiente.

L'organo del letargo era noto anche ad Horvath, che ne descrive la presenza nello spermofilo, però, come si vedrà appresso quando si riporterà l' intero brano, in una maniera così indecisa, che non si sa se lo abbia ritrovato anche sul dorso, nella regione renale e nella lombare.

« Als eine weitere anatomische spezielle Eigentümlichkeit der Winterschläfer bleibt noch zu erwähnen die so oft besprochene Winterschlafdrüse.

« Diese Drüse, die von einigen als eine nur sehr ausgewachsene Thymusdrüse betrachtet wird, ist von anderen als eine besondere Drüse, welche nur dicht ueber der Thymus liegt, aber durchaus nichts gemeinschaftliches mit derselben hat, angesehen worden. Dieselbe ist bei den Zieseln vorhanden und mehr entwickelt und ausgebreitet als bei manchen anderen Winterschläfern, wie z. B. Igel, Hamster, etc. Ob diese Drüse der Ziesel eine Thymus oder eine besondere Drüse ist, soll vorläufig dahingestellt bleiben, hier wird nur ihre anatomische Lage und Verbreitung betrachtet.

« Diese Drüse bei Zieseln verflicht sich mit allen vom Herzen aus entspringenden grossen Blutgefässen und sendet von dort Lappen aus, welche nicht längs der beiden Seiten der Wirbelsäule in die Brusthöhle bis an das Diaphragma verbreiten, während sie den Sympaticus — strang umwachsen.

« Die anderen Lappen dieser Drüsen die grossen Herzgefässe verlassend, verbreiten sich über den Hals und gehen bis zu dem Rücken, und bis zu der Brust, indem ein grosser Lappen der Drüse unter dem Pectoral-Muskel liegt.

« Diese Drüse hat bald eine gelbiche, bald eine gelblichgraue Farbe.

« Diese Drüse scheint bei Zieseln im Herbst beim Beginnen des Winterschlafes etwas grösser auszusehen als im Frühjahr, wenn das Schlafen schon aufgehört hat. »

Leydig (1857) nel suo Manuale di istologia, così parla dell'organo del letargo: Die Winterschlafdrüse sie scheint ebenfalls eine Art Lymphdrüse zu sein.

Friedleben (1858) nella sua « Physiologie der Thymusdrüse » chiama Fettdrüse l'organo del letargo e non lo scambia affatto col timo.

Wiedersheim nel suo « Lehrbruch der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere » dà un piccolo accenno su questo organo, che lo ritiene di carattere adenoide.

Poliakoff (1888) lo ritiene un vero e proprio tessuto granuloso e null'altro.

Carlier (1893), nel suo lavoro sull' istologia del Riccio, si occupò anche di questo organo del letargo « The so called hibernating gland ». Descrive perfettamente la posizione di esso nel Riccio, nel quale raggiunge il massimo del suo sviluppo alla fine di ottobre, tanto da arrivare a 3 o 4 $^0/_0$ del peso del corpo. Nel corso del letargo va sempre diminuendo, sino a che nel giugno si riduce solamente a pochi residui fibrosi.

Carlier ne passa poi a descrivere l'aspetto microscopico e si ferma molto sull'innervazione delle arterie, ed anche avendo a sua disposizione dei mezzi migliori di fissazione, pure non potè che confermare la struttura cellulare che era stata vista da Ecker. Esclude assolutamente, che abbia una somiglianza col timo ovvero con una glandola sanguigna. Egli ritiene che questo organo sia una riserva di nutrimento per il letargo e che entri in funzione, quando non viene però più alcun nutrimento dall'esterno.

Hammar (1875) fu uno degli ultimi ad occuparsi di questo argomento e giunge a dei risultati così interessanti, che modificarono molto le idee, che si avevano in proposito, ed io ritengo necessario riportarli per intero:

1) Alle Fettzellen scheinen aus fixen Bindegewebszellen hervorzugehen. (Ich würde hier vorschlagen, nicht « Bindegewebszellen », sondern « Bindesubstanzzellen » zu sagen. Nicht das Bindegewebe geht in Fettgewebe durch Aufnahme von Fett über, sondern eine bestimmte Art der Bindesubstanzen. Es ist das ein sehr verbreiter Fehler, dass Bindegewebe ist ebenso eine Art Bindesubstanz, wie Knochen, Knorpel, lymphatisches Gewebe, Fettgewebe u. s. w.).

2) Diese können dabei schon lange vor der Fetimpletion eine Anordnung in Lobuli mit eigenem Gefässystem werden Primitivorgane genannt — der Process primäre Fettgewebsbildung,

3) oder auch kann eine ähnliche specielle Anordnung der künftigen Fettzellen um die Zeit des beginnenden Impletionsprocesses fehlen — secundäre Fettgewebsimpletion.

4) Bei der primären Fettgewebsbildung beim Kalb, Menschen u. s. w. können die Zellen bis zur Zeit der

Fettimpletion ästige Formen beibehalten — primäre Fettgewebsbildung ohne (bedeutendere) Protoplasmavermehrung,

5) oder auch können, wie bei Ratte, Kaninchen, Meerschweinchen u. A. die auch hier Anfangs ästigen Zellen so bedeutend um Volumen zunehmen, dass sie sich dicht an einander legen und polygonale Form annehmen. Erst in diesen polygonalen Zellen tritt dann das Fett auf — primäre Fettgewebsbildung mit Protoplasmavermehrung.

6) Wo die Zellen protoplasmareicher sind, fliessen die Fetttropfen spät zusammen; die Zellen behalten lange eine maulbeerähnliche Forme bei.

7) Bei grossen Thieren, z. B. der Ratte, bleiben die primär gebildeten Fettgeweben regelmässig während des ganzen Lebens auf diesem Stadium stehen. Das Gewebe hat hier gewisse, vom gewöhlichen (weissen) Fettgewebe abweichend makro- und mikroskopische Eigenthümlichkeiten: « Winterschaf oder Fettdrüse » = braunes Fett.

Si vede facilmente, che le idee di Hammar si basano sopra una nuova definizione del tessuto grassoso, che molto si allontana dalle idee di Toldt ed Ehrmann.

Dopo il lavoro di Hammar uscì una comunicazione molto importante di von Hansemann alla *Physiologische Gesellschaft* di Berlino (6 dicembre 1901) e mi sforzerò di riportare il più chiaramente, che mi sarà possibile, i risultati ottenuti da questo autore. Secondo lui la struttura microscopica, come viene data dai vari autori, è esatta e si può benissimo studiare, specialmente negli animali dimagriti, perchè in questi salta subito agli occhi una differenza marcatissima con gli altri tessuti grassosi. Si lascia digiunare un ratto o un sorcio, ovvero si fa la ricerca sopra un letargico alla fine del suo periodo di letargo (von Hansemann prese marmotte, ricci, moscardini e ghiri), e si vede che tutto il grasso bianco è sparito e si è trasformato in tessuto connettivo lasso di piccolissime dimensioni. L'organo del letargo si è molto impicciolito, ma si è reso più manifesto, perchè è diventato più bruno.

Von Hansemann microscopicamente non poté vedere una disposizione della struttura cellulare. Al contrario le cellule sarebbero molto manifeste come corpi poligonali con nucleo, il cui protoplasma solamente si colora molto intensamente e quindi è possibile solo una suddivisione delle singole cellule, quando si facciano dei tagli molto sottili. Anche nei dimagramenti eccessivi rimangono ancora delle traccie di grasso nelle cellule dell'organo, però in pochissima quantità.

Negli animali letargici il grasso anche sparisce da gennaio a marzo, non però così completamente come negli animali cachettici, piuttosto sembra, che si tratti di una forte diminuzione. Nell' organo del letargo, il grasso si ritrova nelle cellule sotto forma di un gran numero di gocce, che non hanno alcuna tendenza a riunirsi insieme, come per esempio nella infiltrazione grassosa del fegato e come nel comune tessuto grassoso. Il nucleo non è mai compresso contro la parete, come nelle cellule grassose, bensì sta sempre nel mezzo della cellula. Se le cellule sono solo debolmente ripiene di grasso, si vede questo nel mezzo delle cellule, in modo che il protoplasma si porta alla periferia. Da qui si hanno delle figure caratteristiche a forma di rete, che furono già bene descritte da Carlier. Anche con un forte riempimento di grasso questa relazione non sparisce completamente. L'ingrossamento dell'organo sino nell'autunno e il rimpicciolimento durante l'inverno trova la sua origine, come anche la diminuzione nel dimagramento, in un deposito di grasso, oppure nella sparizione di questo.

I vecchi ricercatori, specialmente Valentin, in prima linea, si sono intensamente occupati nel vedere le dimensioni dell'organo in parola, ed hanno dato molteplici misure. I ricercatori trovarono specialmente le più grandi difficoltà nello spiegarsi i periodici aumenti di quest'organo.

Si rimane facilmente convinti, che l'aumento dell' organo non è dovuto all' aumento delle cellule, come anche la diminuzione non è dovuta alla sparizione di queste. Nell'organo, secondo von Hansemann, si ritrovano delle mitosi solo negli animali in via di sviluppo, ma in nes-

sun tempo si ritrovano in quello di animali già sviluppati. Non si ritrovano mai processi di degenerazione nelle cellule ovvero nei loro nuclei. Misurazioni eseguite sulle cellule di ratti in istato di grassezza o di magrezza, così anche in autunno e in febbraio in animali letargici mostrarono, che le cellule e così anche tutto l'organo possono essere rispettivamente ingranditi di molto, ovvero impicciolití. Quindi la causa dell'aumento è completamente chiarita, e questo viene ad essere spiegato con i periodici cambiamenti della vita degli animali. Nei ratti, che non cadono in letargo, l'organo del letargo rimane sempre ugualmente grande, ben s'intende che si ritrovino sempre in uguale stato di nutrizione come i letargici. Dal punto di vista morfologico possiamo dire, che l'organo del letargo differisce dal tessuto grassoso, perchè mai si trasforma in tale tessuto e che invece è un organo il quale, a causa della sua attività fisiologica, serve come deposito di grasso, ciò che viene ritenuto da tutti gli autori. Per quanto riguarda l'embriologia di quest'organo, von Hansemann conferma i risultati di Hammar, studiando anche lui questa questione sui ratti. In un feto di questo animale, lungo 16 mm., trovò i primi accenni di quest'organo, che nascono contemporaneamente nel dorso e nel cavo ascellare; alquanto più tardi, nelle vicinanze del timo. I nastri lungo l'aorta si mostrano più tardi di tutti, forse si sviluppano dalle vicinanze del timo verso l'interno. Von Hansemann mai potè vedere di queste formazioni nelle vicinanze dell'inguine. Il grasso bruno, trovato da Hammar in questo punto, è pure tessuto grassoso, e come tale di origine extrauterina. Lo sviluppo più caratteristico si riscontra nel dorso. In questo punto viene prima, dall'esterno all'interno l'epidermide, quindi la cute fetale, subito dopo un tessuto mucoso, che più tardi sarà grassoso, quindi un nastro sottilissimo muscolare, che più tardi sarà il platysma e all'indentro l'organo del letargo, che sta fra il platysma ed i grossi muscoli dorsali. Già dai primi stadi di sviluppo le cellule si caratterizzano nella stessa maniera, come nei periodi più tardivi, sotto forma di grosse cellule poligonali, molto sparse, che nascono dalla sostanza connettivale e si distinguono molto

nettamente dalle parti vicine. Si possono molto presto distinguere i singoli lobi. Anche prima dello sviluppo di queste cellule i grandi vasi di questa parte spariscono, mentre in altri animali ed anche nell'uomo sono in queste parti solo delle figure invisibili. Caratteristiche sono anche delle vene allungate quasi in maniera lacunare. Queste si radunano in due tronchi, che si piegano attorno la colonna vertebrale, si riuniscono in un vaso alla superficie anteriore di questa, che va a sboccare direttamente nella vena cava superiore. Questo vaso si ritrova sotto forma di grossa vena anche negli animali completamente sviluppati, si lascia facilmente iniettare attraverso il cuore destro e quindi facilmente preparare. Von Hansemann crede, che dall'esistenza e quindi dallo sviluppo di questi vasi sia dipendente la differenziazione delle cellule della sostanza connettivale di questi dintorni, che si portino verso un organo speciale, e che questo organo si sviluppi solamente in quegli animali in cui questi vasi sono fortemente sviluppati. Queste vene sgorgano insieme da una fine rete capillare, che si suddivide fra le cellule e rappresenta un differenziamento fortissimo dal tessuto grassoso.

Si vede quindi, che vi sono delle differenze embriologiche fra l'organo del letargo ed il comune tessuto grassoso. Queste differenze si baserebbero sopra la localizzazione dello sviluppo e sulla loro maniera di produzione cellulare, che hanno fondamento in una divisione cellulare, avverantesi nello sviluppo degli animali e in un differenziamento tutto speciale.

Von Hansemann ritiene, che dato quanto da lui è stato visto, bisogna precisare anche i nomi da dare a questo organo. Tutti quei nomi che si collegano alla parola glandola sono da rigettare, perchè il concetto moderno di glandola ci porta sempre a qualcosa che venga segregato in una cavità, con o senza sbocco. E ciò sia che si parli di una glandola sanguigna ovvero di una glandola grassosa. La designazione di organo del letargo è quella, che sicuramente è migliore, perchè, dato il suo stretto rapporto col letargo, si può con giusta ragione e senza tema di errare chiamarlo veramente « organo del letargo ».

Secondo Von Hansemann questo organo è inoltre molto interessante, perchè si può prestare alle ricerche le più disparate, per esempio a quelle sulla distribuzione del grasso nel corpo e così via.

Per ultimo abbiamo un lavoro di Auerbach (1902) sull'organo del letargo, nel quale però non vi fu menzione alcuna del lavoro di von Hansemann.

È un lavoro molto importante e reputo necessario riportarne testualmente i risultati da lui ottenuti facendoli poi seguire da qualche spiegazione:

1. Es wurde eine möglichst grosse Zahl von Tieren untersucht und zwar 26 verschiedene Gattungen mit 102 Tieren. Es fand sich nun, dass Anlagen von braunem Fett an allen typischen Stellen des Körpers sicher besitzen: 1. Mus decumanus, 2. Mus rattus, 3. Mus musculus, 4. Arvicola agrestis, 5. Myoxus muscardinus, 6. Myoxus nitela, 7. Lepus timidus, 8. Arctomys marmota, 9. Cricetus frumentarius, 10. Erinaceus europaeus, 11. Talpa europaea, 12. Vespertilio mystacinus. Nicht an allen typischen Stellen, aber doch an einigen findet sich braunes Fett bei: 1. Sciurus vulgaris, 2. Lepus cuniculus, 3. Cavia cobaya. Gar kein braunes Fett fand ich bei: 1. Meles taxus und, 2. Felis domestica.

2. Aus meinen Untersuchungen geht hervor, dass das Vorhandensein von braunem Fett nicht in bestimmter Beziehung zum Winterchlafe steht, indem dasselbe bei einigen Winterschläfern fehlt, dagegen aber bei vielen Nichtwinterschläfern wohl entwickelt ist.

3. Das braune Fett braucht nach dem Winterschlafe nicht, wie Carlier angiebt, sich bis auf einige fibröse Stränge su reduzieren, sondern kann in grosser Ausdehnung bestehen bleiben.

4. Bei Ratte, Haselmaus und Murmeltier konnte ich einen deutlichen Uebergang von braunem in weisses Fett konstatieren.

7. Von untersuchten Embryonen waren im Besitz eines sogen. Primitivorganes; 1. Ratten, 2. Maulwurf, 3. Kaninchen und Katzenembryonen.

8. Der mikroskopische Bau ist bei allen untersuchten Tieren ein ausserordentlich einheitlicher. Die Zellen un-

terscheiden sich bei den verschiedenen Individuen hauptsächlich nur durch ihre Grösse.

9. Die Zellen besitzen keine Zellmembran. Die Bildung der Fetttröpfchen hängt jedenfalls mit den Zellgranula zusammen.

Auerbach trovò nello Sciurus vulgaris, al pari di Hirzel e Frey, che l'organo del letargo si ritrovava solamente nel cavo toracico e mai sul dorso ovvero sul petto. Conferma anche, quanto aveva visto Ehrmann, che cioè l'organo del letargo possa trasformarsi in grasso comune e questo potè vederlo in un moscardino ed in una marmotta. Per quanto riguarda la diminuzione dell'organo alla fine del letargo, egli osservò nel Maggio due ricci, che l'avevano molto sviluppato e non crede assolutamente che, durante il periodo letargico, possa atrofizzarsi in modo tale, da ridursi a poche fibre connettivali. Auerbach ritiene fermamente, che questo organo diminuisca solo leggermente, durante il periodo letargico.

E. Bellowitz ha pubblicato un lavoro sulla presenza delle cellule granulose di Ehrlich (Mastzellen o cellule grasse) nei Mammiferi in stato di letargo durante l'inverno.

Ehrlich ha descritto, sotto il nome di cellule grasse, degli elementi che si incontrano in abbondanza nel tessuto congiuntivo di un gran numero di vertebrati e che sembrano il risultato di una ipernutrizione. Si è discussa la questione di sapere, se le granulazioni, che esse contengono, fossero degli alimenti di riserva e molto probabilmente delle sostanze albuminose.

Bellowitz ha intrapreso per risolvere questa questione uno studio sui pipistrelli. Questi animali, come lo menziona Westphal, contengono molte cellule granulose. In autunno, ve ne sono poche nella glandola del letargo, ma esse sono numerose nel tessuto congiuntivo interstiziale dei muscoli, nella lingua. Queste cellule sono di forme e dimensioni diverse, spesso stellate, e, ció che vi è di rimarchevole, è che si trovano nelle loro vicinanze, ma all'infuori della cellula, degli ammassi di granuli eosinofili.

I nuclei delle cellule granulose non si colorano. Nella primavera, queste ultime erano molto numerose, non vi

era alcun cambiamento visibile, nè nel numero, nè nell'abbondanza dei granuli. Si noti inoltre, che tali cellule si trovano anche nell'uomo morto di malattia cronica: si ha dunque torto di chiamarle cellule dell'ingrassamento.

Dubois fece l'estirpazione dell'organo letargico in due animali e giunse a queste conclusioni: « L'extirpation des glandes hivernales n'a pas eu d'influence immédiate sur le réchauffement. Dans deux cas, les animaux ont survéçu deux à trois jours seulement. On a remarqué, surtout à la suite de l'operation, un frisson très accentué et très persistant, mais la température ne s'est pas abaissée avant la mort.

La deuxiéme opération avait èté faite en deux temps, pour distinguer ce qui aurait pu être le résultat de la section des muscles, de la peau et de très nombreux nerfs se rendant à la glande. Malgrè la suppression d'une partie de la respiration thoracique, le réchauffement s'est effectué rapidement. »

Dubois ritiene, che l'organo del letargo e il timo si atrofizzino durante il tetargo per trasformazione grassosa delle loro sostanze proteiche, però in questo organo non è stato trovato nè glicogeno nè zucchero. Dubois, partendo dal fatto visto da Frédericq che le cellule epatiche si caricano di grasso dopo un pasto molto abbondante ha emesso l'ipotesi che nel fegato esista una funzione adipogenica. Non vi é dubbio, secondo lui, che ciò avvenga per la glandola del letargo nella quale le albumine subiscono la trasformazione grassa, ma il grasso, che si riscontra nel fegato delle marmotte, non viene manifestamente dall'organo epatico, che ne potrebbe dare solamente una piccola produzione per sdoppiamento.

Auerbach fece anche l'estirpazione dell'organo del letargo in un ratto letargico, solamente della porzione dorsale: l'animale sopravvisse due mesi ed alla sezione trovarono, che il pezzo asportato non si era affatto rigenerato, bensì il suo posto era stato occupato da grasso bianco.

Naturalmente, come dice bene lo stesso Auerbach, l'importanza di una tale operazione non è molto grande, perchè non é stato asportato l'intero organo.

Beretta ritiene, che l'organo del letargo non solo non è determinante di questo, ma neppure ha azione notevole nella produzione del medesimo. Il grasso, secondo la stessa autrice rappresenterebbe, negli animali di cui ci andiamo occupando, una sostanza di altissimo valore, perchè gli animali magri perdono molto più in peso di quelli, che in periodi antecedenti al letargo hanno depositato gran copia di grasso nei tessuti. Da parte mia ritengo, che l'organo del letargo, negli animali che ne sono provvisti, ma specialmente nei letargici sia dotato di una doppia funzione importantissima legate fra loro intimamente, l'una per lo scambio materiale, l'altra per la regolazione del calore. Difatti questo cuscinetto grassoso, che ravvolge tutto il torace e tutti gli organi che in esso vi sono contenuti non solo, ma anche molti organi addominali, serve come da cuscinetto coibente fra l'ambiente esterno e l'animale letargico e fa in modo, che questo non risenta i bruschi squilibri della temperatura e tende mano mano ad equilibrarlo a questa.

L'andare a provare sperimentalmente questa mia ipotesi è cosa ardua per non dire impossibile, perchè date le immense propagini di questo organo nessun operatore sarà credo al caso di asportarlo completamente: ad ogni modo ritengo, che questo mio modo di vedere abbia un fondamento più che giusto.

Riguardo poi al riscontrare l'organo del letargo in moltissimi mammiferi, che oggi non cadono più in tale stato, dobbiamo considerarlo in questi come un ricordo atavico, di tempi cioè tanto lontani, quando questi erano letargici veri. Si noti poi, che l'organo del letargo ha il suo omologo nei batraci nei così detti corpi grassi, che si ritrovano al lato dei reni e, fatta la proporzione degli animali, questi forse sono così voluminosi come l'organo del letargo.

Mangili si occupò di fare la sezione di animali uccisi durante il periodo letargico, oppure sottoposti ad un raffredamento tale da passare, come si esprime lui, nel letargo mortifero.

Fatta la sezione di un riccio morto per raffreddamento artificiale, vide una grande quantità di sangue nei vasi

venosi. Nella cavità addominale nulla di anormale, tranne la vescica urinaria un po' ripiena.

I muscoli di una marmotta, uccisa nel letargo, erano rossastri, mentre invece quelli di un riccio e di un moscardino morti in letargo mortifero erano pallidissimi.

Aperto il torace del riccio, il cuore era completamente ripieno di sangue e c'era anche una grande effusione di sangue nei polmoni. Il cervello anche era stracarico di sangue.

Mangili parlando della sezione di un moscardino morto di letargo mortifero a — 10° R. osserva:

« Niente di particolare nelle viscere del basso ventre, i vasi venosi del mesenterio erano appena riconoscibili per la poca quantità di sangue che contenevano e i muscoli erano piuttosto pallidi. Nel cuore le orecchiette erano ripiene di sangue, i vasi polmonari erano anche ripieni con evidente effusione di sangue dentro i polmoni stessi, l'effusione era parziale e non generale. I vasi venosi del collo, della testa e quelli del cervello erano turgidissimi tanto da sembrare iniettati. Null'altro di anormale fu osservato in questo moscardino che più degli altri aveva resistito al sonno letargtco ».

Mangili decapitò una marmotta in pieno letargo e fattane poi la sezione vide che: « Lo stomaco era vuoto ed era diventato piccolo. L'intestino era vuoto, tranne il cieco, che conteneva escrementi di un colore verde carico, qualche cacherello fu trovato pure nel retto. La vescica era pienissima di urina limpida. La marmotta era molto grassa, specialmente nelle parti interne ».

In altra marmotta, uccisa anche in letargo, osservò, che « i polmoni erano in stato naturale, niente alterati per circostanze del letargo. I vasi venosi del cervello mi parvero assai numerosi e turgidi di sangue e le carni erano rubiconde; il cuore pulsava ».

Mentre invece Mangili, fatta la sezione di una marmotta non in letargo, notò che:

« Il ventriglio era ripieno di residui di nocciuole e castagne, che l'animale aveva mangiato 13 ore prima ed era di mediocre capacità. Grandissimo invece era il cieco

e pieno di una sostanza poltacea giallo scura con minuzzole di castagne. I vasi chiliferi erano manifesti ».

Io eseguii la sezione di Marmotte, Moscardini, Ricci e Ghiri in pieno letargo e senza che avessero mai avuto alimento a disposizione nei vari risvegli ed osservai quanto appresso:

Cervello. — Le meningi sono sempre piuttosto pallide: le circonvoluzioni cerebrali abbastanza appiattate.

Polmoni — normali, di colore roseo.

Cuore — sempre di un colorito roseo e sempre pulsante, ripieno di non molto sangue.

Nella cavità addominale si ritrova sempre abbondante quantità di linfa.

Stomaco — quasi sempre vuoto con le pareti addossate; quando c'era liquido, questo era in pochissima quantità e con fiocchi biancastri sospesi in questo.

Le pareti dell' *intestino tenue* erano perfettamente addossate fra di loro.

Il *cieco*, sempre molto voluminoso in tutti i letargici esaminati, era costantemente ripieno di un liquido filante; così pure il *crasso*. Solo nei primi tempi del letargo vi si ritrovarono delle feci, però, alla fine di questo, se ne constatò l'assenza completa.

Nell'intestino non vi si ritrovarono mai dei parassiti e lo stesso si dica delle altre parti del corpo.

Questo fatto, essendo stato ritrovato sempre costante, ci fa ritenere, che regola generale affinchè un animale cada in letargo si è, che deve essere completamente libero da parassiti (vermi, ecc....)

I *reni* furono riscontrati sempre normali e la vescica urinaria quasi sempre vuota.

I *muscoli* di tutte le parti del corpo presentarono costantemente, sia all'inizio come alla fine del letargo, un colorito rosso intenso.

L'avere sempre riscontrato lo stato normale di tutti gli organi, nessuno eccettuato, ci porta a ritenere che, affinché il fenomeno letargo si avveri, l'animale che lo presenta, deve trovarsi nel più perfetto stato fisiologico.

Nello scorrere, che ho fatto, di tutta la letteratura riguardante il letargo, mai assolutamente ho visto ripor-

tato il caso di un animale, che si trovasse in stato patologico. A maggior ragione, quindi, in base a questi risultati costanti ottenuti da tutti gli autori, io sono portato a ritenere, che affinchè letargo vi sia, occorre che l'organismo degli animali, che vanno soggetti a questo fenomeno periodico, deve trovarsi nello stato il più perfetto. A sostegno di questa mia tesi mi piace qui di riportare un brano di Colin, che fa proprio a questo proposito:

« Si, par exemple, il est tourmenté par une affection parasitaire, par des acares qui le tiennent éveillé, il perd beaucoup et meurt, comme je l'ai vu, avant la fin de l'hiver »!

Occorre adesso che ci occupiamo di vedere le variazioni, che si possono osservare al microscopio, nei vari tessuti (l'organo del letargo eccettuato, perchè già trattato) degli animali letargici. E, siccome mai feci oggetto dei miei studi questo argomento, così mi limiterò a riportare testualmente, quanto è stato osservato dai vari autori.

Per quanto riguarda la possibilità di una rigenerazione dei vari tessuti negli animali letargici, Mangili parla così di una sua marmotta, che ebbe la rigenerazione dei denti incisivi, (fatto questo che si avvera nei rosicanti):

« Al fin qui detto sulle di lei abitudini aggiungerò l'esposizione di un fenomeno molto singolare che mi ha più volte presentato nel corso di un biennio, nè per quanto io mi sappia verun naturalista avvertito, quello, cioè, di riprodurre i suoi denti incisivi superiori tutte le volte che per qualche accidente si ruppero. Come essa aveva l'abitudine di tentar d'aprire con forza gli usci, e di arrampicarsi sulle finestre, così è che cadendo talvolta dall'alto col muso contro il pavimento, od altrimenti, avvenne che i suoi incisivi superiori si ruppero, quando per metà, quando per due terzi; ma con mia grande sorpresa tutte le volte si sono ripristinati per intiero; segno evidente adunque che in questi tali mammiferi la riproduzione dei suddetti denti ella è cosa ugualmente ovvia come nelle salamandre acquatiche la riproduzione degli arti recisi, e della coda ».

Gli studi, forse più completi, sopra il comportarsi dei tessuti nei vari letargici li dobbiamo ad Achille e Rina Monti ed a Merzbacher.

A queste conclusioni giunsero i Monti con le loro ricerche microscopiche sullo stomaco e l'intestino della marmotta.

« I. Nella mucosa gastrica della marmotta manca la regione detta delle ghiandole del cardias: in corrispondenza di questo si nota solo un sottilissimo anello ghiandolare, i cui pochi tuboli sono privi di cellule delomorfe. Nello stomaco si hanno soltanto due territori principali: la regione delle ghiandole peptiche o *glandulae gastricae propriae* molto estesa, e la regione molto più limitata delle ghiandole piloriche.

Nel primo territorio però si possono distinguere due zone: una prossima al cardias, dove le ghiandole sono larghe con cellule principali molto alte, a protoplasma chiaro e nucleo schiacciato sul fondo, e con cellule intercalari poco numerose, non mai a contatto col lume ghiandolare, ma spinte a ridosso della membrana propria. L'altra zona, o zona del fondo propriamente detto, presenta ghiandole più lunghe e più strette con cellule delomorfe molto numerose, e cellule principali più basse, talora granulose.

II. Nella regione del fondo si trovano anche ghiandole ramificate, con tubi secondari anastomizzati fra loro; fatto analogo a quello descritto finora soltanto nel cavallo. (Zimmermann).

III. Le ghiandole gastriche proprie, della marmotta in letargo, sono molto più ristrette di quelle della marmotta sveglia, la differenza di diametro delle ghiandole varia da 18-30 micromillimetri (nel letargo) e a 44-50 micromillimetri (nell'attività).

Durante il letargo tutti i nuclei sono in riposo: mancano le cariocinesi in corrispondenza dei colletti ghiandolari, frequentissime nelle marmotte sveglie.

IV. Le cellule delomorfe non diminuiscono di numero nel letargo, ma sono molto più piccole che nell'attività, e si trovano sulla stessa linea delle cellule principali. Durante l'attività, le cellule delomorfe diventano molto più voluminose e sporgono con tutto il loro corpo sotto

la membrana propria della ghiandola, mentre spingono il loro colletto o peduncolo, tra le cellule principali, verso il lume ghiandolare.

V. I canalicoli di secrezione o citosolenuli delle cellule delomorfe nella marmotta in attività formano elegantissimi canestri canalicolari, riuniti al lume ghiandolare per un peduncolo. Nella marmotta in letargo invece i citosolenuli sono molto ridotti e formano delle clave o degli anelli talora semplici, più raramente multipli in corrispondenza di ciascuna cellula delomorfa. In ogni modo, i citosolenuli non scompaiono totalmente nel letargo, ma si riducono soltanto; debbono quindi considerarsi come una formazione stabile della cellula delomorfa.

VI. I citosolenuli tanto nella attività come nel letargo sono sempre totalmente endocellulari, essi per altro non presentano una membrana propria: sono vie scavate nel protoplasma cellulare. Il peduncolo, che unisce la cellula al lume e forma le pareti del dotto escretore della cellula, è una continuazione della membrana cellulare.

VII. Le cellule delomorfe hanno una ben distinta membrana cellulare che le delimita, e può ottenersi colorata in modo diverso rispetto al protoplasma cellulare; presentano uno o due nuclei quasi sempre in riposo nell'animale adulto, ed un protoplasma costituito di granuli ben colorabili col Congo nei pezzi fissati con sublimato, e con la rubina nei pezzi fissati con liquidi osmici. Le principali differenze che presentano tra il letargo e l'attività, consistono essenzialmente nell'ingrandimento loro e nella dilatazione delle vie intracellulari di secrezione. Non presentano variazioni sensibili nella costituzione del loro protoplasma. Da ciò risulta ancora una volta confermato il concetto, che la cellula delomorfa non è una trasformazione della cellula principale, ma un elemento autonomo e specifico.

VIII. Le cellule principali presentano notevoli variazioni passando dal riposo all'attività, variazioni che dimostrano la loro compartecipazione alla secrezione gastrica. Durante la digestione prolungata le cellule principali si presentano chiare con protoplasma reticolare;

nel riposo invece si riempiono di granuli che appaiono ben dimostrabili con speciali reagenti.

IX. Dal complesso delle osservazioni e delle esperienze risulta per noi assodato il concetto, che le cellule delomorfe elaborano l'acido cloridrico in soluzione diluitissima, e che lo eliminano di mano in mano che lo producono. Questa funzione si sospende completamente nel letargo. Le cellule principali elaborano invece dei granuli pepsinogeni, che si accumulano lentamente nel riposo e vengono invece eliminati al principio della digestione ».

Rina Monti, dai suoi studi sulle funzioni di assorbimento e di secrezione degli animali letargici, trae le seguenti deduzioni:

« 1.° I villi delle marmotte dormienti mostrano evidentemente la sospensione di ogni attività funzionale, pure essendo in condizioni assolutamente fisiologiche. L'epitelio è addossato ad uno stroma compatto, ed alla sua estremità libera presenta un orletto basilare assai stipato. Numerose appaiono le cellule caliciformi di dimensioni poco variabili, contenenti abbondanti sferette, e pure in grande quantità troviamo i leucociti disseminati tanto nell'epitelio, come nello stroma.

2.° In attività il villo muta completamente aspetto a seconda delle diverse fasi di assorbimento e di secrezione, che esso attraversa. In un primo periodo l'epitelio assorbe dai liquidi dell'intestino sostanze di diversa costituzione chimica; proteidi tingibili coi colori nucleari, albumine aventi affinità coi colori di fondo, adipi che riducono l'acido osmico, assorbono il sudan e lo scarlatto. Il materiale assorbito sta dapprima nella zona fra il nucleo e l'orletto ciliare, ma poi si accumula alla base del nucleo, ed infine, in un secondo periodo, si porta verso lo stroma del villo, di guisa che più non si riconosce un limite netto fra la base dell'epitelio e lo stroma stesso. Ho osservato che la secrezione interna varia assai a seconda della qualità e della quantità del nutrimento: ho dimostrato leucociti in funzione fagocitaria, alcuni contenenti gocciole adipose, e mi sono formata l'opinione che i leucociti hanno nell'assorbimento una funzione secondaria, e che la diapedesi leucocitaria sta essenzialmente in

rapporto col genere di alimentazione. Tutta la sostanza secreta, che rigonfia il villo, in un terzo periodo passa in massima parte entro il chilifero centrale, e l'epitelio torna ad apparire quasi come nel riposo. In questo terzo stadio ho osservato oltre i ponti protoplasmatici fra gli elementi, anche i trofospongi di Holmgreen, nella zona sovrastante immediatamente al nucleo, trofospongi che mai ebbi occasione di vedere in silli in letargo.

3.° Nelle cripte del Lieberkühn di animali letargici ho potuto stabilire l'arresto del processo di proliferazione, poichè tutti i nuclei appaiono sempre in riposo, situati alla base delle cellule. Solo eccezionalmente qualche nucleo, ricco di cromatina, è spostato verso il lume ghiandolare e circondato da protoplasma chiaro: forse sono cellule avviate alla mitosi, sorprese dal sonno letargico. In rapporto con questo fatto troviamo elementi ghiandolari, che sono invecchiati durante i lunghi mesi di sonno, come ce lo attesta la presenza di un orletto ciliare, che noi osserviamo all'estremità libera delle cellule, fino sul fondo cieco della ghiandola. Abbondanti i leucociti.

Il lume ghiandolare appare assai ristretto, alcune volte anzi le pareti sono così addossate, che il lume non è più che virtuale.

4.° In cripte del Lieberkühn in attività ho trovato invece numerosissime le cariocinesi, come tipica espressione del continuo rinnovamento dell'epitelio. Ho dimostrato inoltre come, specialmente in animali che da pochi giorni hanno cominciato a nutrirsi abbondantemente, sia facile dimostrare che le mitosi sono disseminate lungo tutta l'altezza della ghiandola, fino al piede del sillo adiacente, a differenza di quanto il Bizzozero ha osservato nel topo, dove le cariocinesi sono limitate prevalentemente nel terzo più profondo della cripta.

Nel nostro caso dunque l'organismo ha bisogno di rinnovarsi con maggiore intensità, per presto sostituire, con elementi giovani, quelli che sono invecchiati durante il riposo invernale.

Nelle ghiandole del Lieberkühn in attività ho trovato i tre tipi di cellule cilindriche, granulifere e mucose, già descritte da altri autori; ma le mie osservazioni mi por-

tano a ritenere, contro l'opinione del Bizzozero, che le cellule granulifere del fondo delle ghiandole, siano elementi distinti dalle cellule caliciformi, e non già uno stadio di queste.

Le ghiandole del Lieberkühn sarebbero dunque non solo nidi di rigenerazione, ma anche ogani di secrezione.

5.° Le cellule caliciformi persistono nel letargo come nell'attività; esse dunque non si formano a spese delle cellule cilindriche come espressione di una attività funzionale, ma sono elementi autonomi e specifici.

6.° Nei follicoli solitari di animali in riposo non ho riscontrato alcun segno di attività proliferativa. In animali svegli mi è stato facile invece osservare linfociti in mitosi, tanto al centro del follicolo, come anche alla periferia, e ciò ci spiega i reperti dei gloluli bianchi abbondanti nei silli, senza ammettere una scissione diretta dei leucociti stessi ».

Rina Monti parla in un suo bellissimo studio sulle leggi del rinnovamento dell'organismo studiate negli animali in letargo. Partendo dal concetto, che mentre durante il sonno fisiologico, mentre riposano i centri nervosi superiori ed i muscoli, continua la digestione e più attivi si svolgono i fenomeni di assorbimento e assimilazione organica, negli animali in letargo non solo sono sospese le funzioni di relazione, ma anche le funzioni della vita vegetativa sono indotte ai minimi termini. La termogenesi è nulla, soggiunge Rina Monti, il ricambio materiale è quasi completamente sospeso, l'animale si trova in uno stato di morte apparente. Oggetto delle sue ricerche furono i principali organi della vita vegetativa e specialmente il rene, lo stomaco, l'intestino, il fegato, il pancreas, le ghiandole linfatiche, la milza, il midollo delle ossa.

Le sue osservazioni microscopiche si fondarono sugli studi di marmotte adulte, che avevano passato in laboratorio un intero inverno ed una intera estate, erano di nuovo cadute in letargo e venivano uccise dopo che avevano passato in laboratorio almeno un'estate e due inverni.

Queste sono le conclusioni alle quali essa giunge e che possiamo considerare come le conclusioni generali di

tutti i lavori fatti da lei isolatamente o unitamente a suo fratello su questo soggetto:

« 1.° Che durante il letargo si arresta la proliferazione dei tessuti ad elementi labili.

2.° Che subito dopo il risveglio il rinnovamento di questi tessuti si ravviva con eccezionale intensità, così da liberare ben presto l'organismo da tutte le cellule senescenti.

3.° Che col risveglio si rinnovano in parte anche molti tessuti che si ritenevano ad elementi stabili, quali il rene, il pancreas, le ghiandole peptiche, il fegato. Dunque la cellule di questi organi non persistono per tutta la vita, come pensava il Bizzozero, ma sono anch'esse caduche: solo il rinnovamento avviene con una certa intermittenza, variabile forse da organo ad organo, da specie a specie ». Conclude quindi, in base alle sue ricerche anatomiche, che il sonno invernale della marmotta non ha lo stesso significato fisiologico del sonno ordinario, non è un riposo delle funzioni di relazione, che concede il tempo per riparare alle perdite degli organi, è una sospensione quasi completa di tutte le funzioni. Nei primi giorni del risveglio la circolazione ridesta tutte le attività degli elementi, si rinnovano allora un gran numero di cellule vecchie non solo nei tessuti labili, ma anche in quelli stabili, i nervi ed i muscoli solamente mantengono la loro primitiva individualità.

Gemelli volle vedere, come si comportasse l'ipofisi durante il letargo ed il risveglio delle marmotte.

Questo studio era indispensabile, secondo quanto ritiene molto giustamente quest'autore, specialmente dopo quanto aveva sostenuto Salmon, il quale, basandosi su considerazioni cliniche sulle varie forme morbose, nelle quali si ha un'alterazione dell'ipofisi e sul fatto, che la funzione di questa è, secondo alcuni autori, strettamente legata alla nutrizione degli elementi nervosi, avanzò l'ipotesi, che il sonno fisiologico sia essenzialmente dovuto alla secrezione del lobo ghiandolare dell'ipofisi.

Gemelli però, eseguendo un numero grandissimo di ricerche sulla ipofisi di marmotte in stato di letargo e di veglia, non potè confermare questa supposizione di Salmon

(difatti se la ipotesi o teoria, come chiamar si voglia, di questo autore fosse stata vera, materiale migliore delle marmotte in letargo non si poteva trarne per dimostrare la verità o meno di questa) e giunse invece a queste importantissime conclusioni:

« 1.° L'ipofisi delle marmotte segue la legge generale cui vanno soggetti gli altri organi durante il letargo e il risveglio primaverile.

2.° La diminuzione di cellule cianofile durante il letargo; la comparsa di numerose cariocinesi e l'aumento di cellule cianofile al risveglio primaverile ne danno modo di corroborare l'ipotesi che la funzione del lobo ghiandolare dell'ipofisi sia quella di cooperare con altre ghiandole a secrezione interna alla neutralizzazione delle tossine, conclusione alla quale ci conduce lo studio dei vari fatti enumerati più sopra e fornitici dall'istologia, dalla anatomia patologica e dalla fisiologia sperimentale.

3. La porzione anteriore del lobo ghiandolare dell'ipofisi non si può ritenere sia l'ipotetico centro del sonno fisiologico ».

Non meno importanti riuscirono gli studi sulla resistenza dei nervi rispetto alla degenerazione. Come si sa, n e in letargo invernale la porzione periferica dello sciatico tagliato può rimanere per molto tempo ancora funzionante e solo molto lentamente presentare i segni caratteristici della degenerazione. Dei fatti analoghi furono riscontrati anche nei mammiferi letargici.

Le prime ricerche in proposito furono fatte da Valentin e Schiff nella marmotta e da Merzbacker nel pipistrello: questi autori videro, che tagliando lo sciatico in questi animali letargici, il nervo rimane eccitabile anche per molte settimane, sino a che insomma rimangono in tale stato, appena però si ridestano, comincia immediatamente a degenerare. Merzbacker potè riscontrare la mancanza della degenerazione secondaria dopo lesioni portate nel sistema nervoso centrale del pipistrello.

CAPITOLO III.

Il letargo ed il misticismo antico e moderno.

Il letargo ha avuto una grandissima importanza nella storia vecchia e nuova del misticismo.

Il Sorex e il Glis nell' antichità occupavano una parte pure nella medicina. Plinio dà questa ricetta: (Lib. XXIX). « Gliris detracta pella intestinisque exemptio discoquitur melle in vase novo . . . . constat deplorata aurium vitia eo remedio sanari »; e al Lib. XXX: « Paralysim caventibus pinguia glirium decocta et soricum utilissima esse tradunt ».

Gli antichi romani erano molto ghiotti dei ghiri tanto che, come ci insegnano gli scavi di Ercolano, costruivano degli appositi edifici detti *Glirariae*, dove questi ghiri venivano abbondantemente nutriti e venivano poi serviti arrostiti sulle tavole degli opulenti romani.

Un grande poeta, Marziale, non disdegnò anche di cantarli:

> « Tota mihi dormitur hyems et pinguior illo
> Tempore sum quo me nil nisi somnus alit »

In tempi relativamente più recenti troviamo altre allusioni mistiche agli animali letargici.

A pag. 620 Gesner: « Ejajae 66 murem quem nos glirem vocamus vel juxta Orientis provincias μυοξῶς . . . Myoxus animal moritur semestre tempus et rursus post tempora sua reviscit, Epiphanius in Ancorato inter argumenta de resurrectione credenda ».

Gesner insomma ha avuto il merito di avere adoperato per il primo il nome *Myoxus*.

Aldovrando racconta questa cosa meravigliosa a pag. 412: « In dioecesi Osnaburgensi Germaniae (referente Baronio) Glirium ingues copia in auritiae ultionem, Dei miraculo, erupit. Res est. Benno Episcopus ejus ecclesiae Anno Do-

mini sexagesimo octavo supra millesimum certan eleemosynam et stipem propter Glires per Episcopatum distribui statuerat. Interea dum illa erogabatur, nunquam in illo dioecesi, Glires conspecti sunt. Cum autem Gofridus de Arnsburg Episcopus illam eleemosynam demiserit, statim Glirium copia anno Domini quadragesimo octavo supra millesimum et trecentesimum rediit et Episcopus ille infeliciter vitam finivit. »

Dal libro di Brehm e da mie osservazioni personali, fatte sulle Alpi italiane e svizzere, apprendo altre notizie, non meno importanti di queste antiche or ora riportate, per quanto riguarda questo argomento del quale ci andiamo occupando. Fra gli alpigiani, gente superstiziosa quale altra mai, non poterono non suscitare viva fantasia, vivo interesse, questi letargici, che menavano una vita così curiosa e che di tanto si allontanava da quella degli altri animali, e difatti le varie parti del corpo di questi trovarono applicazioni nella cura delle malattie le più svariate.

I montanari credono, che la marmotta possa predire anche i cambiamenti di tempo. Dicono, che quando deve piovere emette dei fischi speciali e sono completamente convinti, che pioverà nel prossimo giorno, se l'animale, quantunque ci sia il sole, non giuoca sulle montagne.

Agli abitatori delle Alpi la marmotta serve di nutrimento ed anche come mezzo di cura per tutte le malattie. La carne succolenta, per esempio, servirebbe come mezzo di rafforzamento nelle gravide. Il grasso favorirebbe il parto, curerebbe le ferite e la tosse, contemporaneamente prenderebbe parte al rafforzamento del petto.

Il grasso delle marmotte, ritirato di fresco, viene adoperato nei dolori gottosi e simili. La carne di marmotta non è molto buona ad essere mangiata, ma quando sia stata affumicata, prende un sapore abbastanza gustoso, tanto che sino dall' anno 1000 i monaci di S. Gallo usavano una preghiera speciale per ottenere questa portata: *Möge die Benediktion es fett machen!* In quel tempo l'animale si chiamava nei chiostri *Cassus Alpinus*. Il gesuita Kirker la riteneva un incrocio di tasso e scoiattolo, Altmann si leva contro questa opinione, e ritiene la marmotta come un piccolo tasso, il quale, come quello nero,

genuino, appartenga ai porci. Questo stesso autore narra inoltre, che quattordici giorni prima del letargo non si nutra assolutamente più, ma bensì, che beva molta acqua, per mezzo della quale pulisce i suoi intestini, affinchè non si putrefacciano nell' inverno. Molti alpigiani circondano il letargo della marmotta di grande misticismo; anche essi ritengono che questi animali, prima di andare nelle loro tane per passarvi il letargo durante l' inclemenza della stagione, osservino per più giorni il digiuno e non prendano in questo tempo che della sola acqua, per trascorrere il sonno letargico col tubo intestinale netto e ripulito completamente.

Presso gli antichi il riccio aveva una grande importanza nella medicina. Si adoperavano il suo sangue, i suoi intestini ed anche le sue feci come mezzi medicamentosi, ovvero si bruciava tutto l' animale e si riduceva in cenere, e questa poi veniva adoperata nella stessa maniera della cenere di cane. Anche oggi il suo grasso viene ad essere adoperato da molti come medicina rafforzante.

Nel popolo si crede, che il riccio faccia collezione di alimenti per servirsene durante l' inverno ed il volgo ritiene, che li trasporti sul proprio dorso.

A proposito del letargo del Tanrec, gli indigeni delle isole Riunione e Maurizio, credono, che i forti tuoni i quali accompagnano sempre le prime pioggie, lo risveglino dal suo *sonno mortale* e mettono ciò in rapporto, ascrivendolo ad una cosa tutta misteriosa, col ritorno della primavera.

CAPITOLO IV.

Concetto del letargo secondo gli autori antichi e moderni.

In questo capitolo passerò in rassegna, più rapidamente che mi sarà possibile, tutte le opinioni dei vari autori che si occuparono di questo interessantissimo argomento dagli antichi tempi sino ad oggi. In moltissimi punti farò

parlare gli autori stessi e mi limiterò solo, in questa parte, a fare una esposizione storica, perchè mi riserbo poi la critica delle diverse teorie nel capitolo finale. I greci, e di ciò ne fa fede Aristotele, (384 a. c.), sapevano che i ghiri si addormentano profondamente nell'inverno, anzi, questo autore emette un' idea assai singolare, che cioè il sonno debba nutrirli meglio di quello che non facciano gli alimenti per gli altri animali; egli sostiene, che sia il ghiro, come l'orso, si ritirino nelle loro tane e lì, invece che dimagrire, ingrassino senza prendere nutrimento alcuno. Le prime idee fisiologiche sul letargo le ritroviamo in Gessner (1551), il quale osservò, che malgrado lo stato di torpore, la marmotta ed il riccio hanno bisogno di respirare per vivere. I ricercatori, che seguirono Gessner, non fecero quasi che ricopiarlo per quanto riguarda il letargo. Buffon (1749) crede, che la causa del letargo sia la temperatura esterna e il consecutivo raffreddamento di questi animali.

Buffon sostiene, che il letargo non é il vero sonno, ma un torpore che s' impadronisce, in alcuni piccoli roditori, delle membra e dei sensi; esso avviene anche, perchè questi animali non producono molto calore. Il torpore arriva, quando questa piccola quantità di calore cessa di essere aiutata dal mezzo ambiente.

Buffon fa delle constatazioni dello stesso ordine sui pipistrelli e sui ricci, ma non ha occasione di osservare delle marmotte. I ghiri, dice, muoiono quando vengano riscaldati bruscamente vicino al fuoco, e non bisogna svegliarli che a grado a grado. Quando la temperatura si eleva un po' al disopra di + 12° a + 11°, essi ri rianimano. In luogo caldo, essi non si addormentano, vanno, vengono, mangiano, dormono di tempo in tempo, come gli altri animali. In inverno, nei loro buchi, essi si serrano l'uno contro l' altro e si arrotondano a palla per non perdere la piccola quantità di calore che producono.

Daubenton (1760) e dopo lui Geoffroy pensano, che il criceto, affinchè possa cadere in letargo, l'aria esterna non deve avere accesso alcuno nel luogo, dove l'animale si è ritirato. Geoffroy così spiega la caduta in letargo del criceto:

« Cet animal, dice egli, renfermé dans son trou, y consomme promptement l'oxigène qui s'y trouve, et lorsqu'il n'en trouve plus suffisamment pour que la respiration suffise á la chaleur qui lui est nécessaire, sa graisse se solidifie, son sang se fige, ne circule plus, et l'animal perd le mouvement, jusqu'à ce que le printemps ramène une température plus douce et lui donne une nouvelle vie ».

Haller (1760) pensa, che il sangue dei ricci sia stato ritrovato freddo, perchè l'animale, rimasto all'aperto nel crudo inverno, era caduto in letargo a causa del sonno e del freddo, cose indispensabili, secondo lui, perchè il sangue delle marmotte si raffreddi nelle alte montagne durante l'inverno. Vide inoltre, che i ricci sezionati nell'estate, avevano il sangue caldo.

Sulzer (1775) ha notato, dice egli, per quali gradini passa il criceto per uscire dal suo tetargo. Daubenton riporta, che in una camera senza fuoco, ove un individuo aveva una forte impressione di freddo, tanto che l'acqua vi fu congelata, un Criceto non si addormentó in nessun momento dell'inverno 1763. Questo fatto lo condusse a pensare che, per addormentarsi, il Criceto avesse bisogno di mancanza d'aria.

Uno di questi animali s'addormentava, quando veniva sotterrato chiuso nella sua gabbia, ma si risvegliava appena veniva dissotterrato per esporlo all'aria libera, e questo tanto di notte che di giorno, ciò che prova, dice Daubenton, che la luce non entra affatto nella produzione del letargo. Egli descrive con molta cura, secondo Allemand, i costumi del Criceto e la sua attitudine durante il letargo.

I. Hunter (1775) fa rimarcare, che il sonno ordinario può prodursi a tutte le temperature, ma egli ha constatato, durante il periodo di letargo, un abbassamento della temperatura dell'animale, è vero che quest'abbassamento è sempre poco considerevole e non passa affatto 0°,83. La digestione e le secrezioni continuano durante il sonno, ciò che, secondo lui, non ha luogo durante il periodo di letargo invernale. Il freddo agisce come sedativo, ma, in certi casi, esso stimola le forze vitali e le obbliga ad entrare in attività per la loro propria conservazione. In certi

paesi, che hanno un'estate e un inverno, vi sono alcuni animali le cui funzioni sono sospese, ma ciò è una cosa naturale per questi e che rientra nelle leggi della loro esistenza: mentre il freddo, arresta molte funzioni in questi presso altri animali, al contrario, le minaccia.

Hunter ha fatto delle esperienze sui ricci, nell'inverno e nell'estate, per constatare le differenze di temperatura, e sui ghiri per mostrare che la temperatura non è la stessa in tutti i punti del corpo.

Egli insiste sul fatto, che la digestione e la riproduzione necessitano d'un certo calore, e che il freddo sospende, nel letargico, la digestione, perchè questa non potrebbe esercitarsi durante l'inverno, per mancanza di alimenti. Egli pensa, che allorchè la temperatura dell'orso, del riccio e del ghiro, è molto abbassata, questi animali perdono la facoltà di digerire, appunto perchè il corpo, sotto l'influenza di un tal grado di freddo, non ha più alcun bisogno dello stomaco, perchè non sente più gli stimoli della fame, che partono da questo nello stato di veglia. Hunter riguarda come causa del letargo il difetto di nutrimento appropriato a questi animali letargici, nutrimento che non troverebbero nella rigorosa stagione invernale, perchè non si trova nei campi.

Il nostro Spallanzani (1787) riteneva, che consistesse « dans une reideur violent de la fibre musculaire, (Op. de physig. anim. et végét. tom. I.) » — Oppure credeva anche, che consistesse « dans la réplétion de vaisseaux sanguins du cerveau » (Eloge de Spallanzani par M. Alibert, Société d'Emul. 3.e année).

Treviranus (1802) sostiene, che negli animali a sangue caldo possa prodursi il letargo ad un grado molto minore che nei rettili, ed in questi ad un grado anche più piccolo che negli animali inferiori. Nella marmotta il letargo sarebbe una attitudine acquisita, attitudine che possono perdere quando sono tenute in prigionia; egli esclude assolutamente, che il freddo esterno ne sia la causa. La marmotta avrebbe una resistenza vitale tale da permetterle di ridurre la vita o la facoltà di vivere al suo minimo. Questa resistenza è subordinata assolutamente al ritmo dei movimenti tonici e specialmente dei movimenti

anapnoici rispetto al mezzo esterno. Negli altri mammiferi sarebbe, secondo Treviranus, impossibile il letargo, come nelle marmotte, perchè incapaci a sospendere i movimenti respiratori.

Una memoria molto importante per i suoi tempi fu quella di Saissy, (1811), il quale compiè il suo lavoro sul letargo per rispondere a questa questione posta dall' Accademia delle Scienze di Parigi:

« Determiner par des observations et des expériences anatomiques, chimiques, quels sont les phénomènes de l'engourdissement que certains animaux, tels que les Marmottes, les Loirs, etc. éprouvent pendant l'hiver, sous le rapport de la circulation du sang, de la respiration et de l'irritabilité; rechercher quelles sont le causes de ce sommeil, et pourquoi il est propre à ces Animaux ».

Saissy presentò questa monografia e la divise in due parti, come appunto voleva l' Accademia delle Scienze; nella prima parte trattò dei fenomeni, che si osservano nelle marmotte, nei ghiri, ecc. durante l' inverno, sia in rapporto alla circolazione, come anche alla respirazione e alla irritabilità (come diceva lui).

Nella seconda parte trattò delle cause del letargo nei vari animali letargici e perchè tale fenomeno era proprio di questi.

Il grande Cuvier gliene fece le congratulazioni, pregandolo solo di fare le correzioni dell' ossigeno della respirazione, essendo troppo forte la quantità del 21 % data da Lavoisier.

Saissy crede di avere trovato la causa del letargo: « dans la dilatation du coeur, des vaisseaux sanguins de l' intérieur du thorax et du ventre (les pulmonaires exceptés), et la ténuité des vaisseaux extérieurs; dans la grosseur des nerfs de la surface du corps; dans la qualité peur conscrescible de leur sang, et enfin dans la saveur douceâtre de leur bile ».

Gli antichi (Buffon, suppl. de l' Hist. nat. — Encyclop. méthod. art. Méd. tom. I, p. 498. — Dumas, Princip. de physiologie, tom. III, page 532) sospettavano, che il grado di calore nell' uomo e negli animali dipendesse dalla esten-

sione e dalla forza dei polmoni. Secondo Saissy, quindi, gli animali letargici, avendo i polmoni più piccoli di quelli degli animali della loro classe, che non cadono in letargo, emetterebbero meno calore ed avrebbero anche qualche grado di temperatura di meno. Tutti i vasi poi del petto e del ventre, come anche il cuore, sarebbero dilatati, perchè il sangue respinto dalla periferia nel periodo del letargo, possa comodamente soggiornarvi. La capillarità estrema dei vasi periferici farebbe sentire a questi animali, maggiormente, l' effetto del freddo. I nervi dell' esterno del corpo sarebbero poi anche più grandi, perchè così padroneggiano l' esiguità dei vasi. Paragona questa influenza, a quanto avviene nelle dita dell' uomo quando sono sottoposte al freddo. La poca coagulabilità del sangue lascerebbe in questi animali un ultimo residuo della vita.

Il sapore dolciastro della bile fa sì, che possano sopportare delle lunghe privazioni. Se la bile non fosse dolciastra e stimolasse quindi le vie alimentari, l' epoca della caduta in letargo sarebbe rimandata e molto più facilmente poi sarebbero risvegliati durante il loro letargo.

Appena vengono i primi freddi, questi animali perdono l' appetito, si nascondono e si ricoprono di tutto ciò, che hanno a loro disposizione. Secondo Saissy questi primi freddi sarebbero maggiormente sentiti da questi animali. L' impressione del freddo sui nervi rinserra e contrae le fibre muscolari cutanee, (da qui l' erezione dei peli, dei pungiglioni, della coda) ed il sangue ritorna nell' interno del corpo dell' animale. Continuando a crescere ancora il freddo, la respirazione e la circolazione diminuiscono. Saissy credeva erroneamente, che nel profondo letargo la respirazione fosse completamente cessata. Ritiene infine, che questi animali non muoiono, colla sospensione delle loro principali funzioni vitali, per una specie di idiosincrasia. Inoltre il Saissy nella sua memoria stabilisce, che i freddi più rigorosi non abbassano la temperatura dell' animale letargico al di là di 5° R, temperatura limite secondo lui, nella quale si inizia il letargo. Pretende inoltre, che non tutti diventino letargici allo

stesso grado di freddo e che per indurre nelle marmotte il letargo si richieda una temperatura - 10° R. Sostiene inoltre, che quando il letargo è perfetto, la respirazione è assolutamente nulla e che il sangue non si muove all'infuori dell'aorta, delle succlavie, delle carotidi primitive.

Queste sono le conclusioni alle quali arriva Saissy, per quanto riguarda la causa del letargo, ed il periodo nel quale questi animali si trovano in stato di letargo:

« 1.° Tous ces animaux sont ramassés en forme de boule; les yeux fermés, les màchoires serrées. les membres roides et froids.

2.° Un phénomène assez singulier parmi ceux qui caractérisent l'engourdissement, c'est que les muscles fléchisseurs l'emportent sur les extenseurs quoique ces animaux soient dans un état de mort apparente.

3.° Leur température ne s'élève qu'à cinq degrés au-dessus de zéro; quelquefois elle est plus basse.

4.° La respiration est absolument suspendue.

5.° La circulation du sang est arrêtée, au moins en apparence, dans les artères, les veines des extrémités et de la superfice du corps, des cavités du crâne et de l'abdomen. Dans le poitrine on voit un reste de circulation, au plutòt d'oscillation dans le coeur et les gros vaisseaux qui en partent.

6.° Les vaisseaux sanguins des extrémités et de la surface du corps, et ceux de la masse cérébrale, sont à demi vides.

7.° Dans la cavité du thorax et de l'abdomen les vaisseaux y sont, au contraire, pleins et comme injectés.

8.° Le sang est liquide quoique froid et dans un état de stagnation apparente.

9.° La graisse n'est point solidifiée, mais un peu plus consistante.

10.° La sensibilité est nulle.

11.° L'irritabilité est assoupie, si ce n'est au coeur; mais elle se réveille par l'application des divers agens mécaniques, chimiques, et sur-tout par le galvanisme. »

Quasi nello stesso lasso di tempo e contemporaneamente alla monografia di Saissy comparirono le cinque memorie

di Mangili (1807-1828), allievo e successore nella cattedra di Pavia del grande Spallanzani, il quale si occupò di studiare il letargo nelle marmotte, nei ghiri, nei moscardini, nei pipistrelli e nei ricci. Dobbiamo convenire, che anche dopo passato quasi un secolo, da quando queste memorie furono scritte, sono rimaste veramente dei capolavori, quantunque naturalmente oggi col progresso delle scienze biologiche in qualcosa si debba dissentire dai suoi modi di vedere. Quanta differenza fra queste memorie di Mangili, che narra quanto vide con *ingenuo* ovvero con *filosofico candore* da molti lavori, monografie, trattati di alcuni autori moderni! Troviamo queste produzioni ripiene di ipotesi, di teorie, quasi sempre false, oppure, quando sembrano vere, si può a queste applicare il detto di Fontenelle: « Quand une théorie parait probable, soyez sûr qu'elle est fausse ».

Taluni poi di questi scrittori giungono al punto di sostenere, che le loro teorie non si possono comprendere da tutti, perchè troppo difficili. Ed inoltre si può essere certi, che quanto si trova di buono in questi lavori è stato raccolto nella spazzatura di qualche laboratorio e nella polvere di qualche biblioteca. Non meno interessanti si rendono poi nelle polemiche, quando, novelli Don Chisciotte, corazzati d'interrogativi ed esclamativi, di parole anfiboliche, intingono la barbarica picca nel veleno che vanno segregando e muovono all'assalto dell'avversario, di chi insomma ha ardito contraddirli.

Appena esaurito questo compito, da veri saltimbanchi si armano di tromba per spargere ai quattro venti questa loro prosa e per chiedere l'approvazione, loro talpe bianche, alle talpe nere di cui si circondano. A questo proposito mi piace qui riportare una osservazione di Mangili, che calza a pennello con quanto sono andato dicendo: « Convien pur confessare che sonovi talvolta delle opinioni erronee molto difficili da distruggersi, perchè avvalorate dalle volgari opinioni e dal tempo, e benanche dal prestigio dell'autorità di uomini illustri »: Il Mangili dunque nelle sue memorie parla di *letargo conservatore (dolce letargo)*, (dove tutte le funzioni si continuano, *ma in una maniera la più languida ed appena*

sensibile da far comprendere un qualche residuo di principio vitale, a differenza del letargo mortifero, che può aver luogo in tutti gli animali mediante un grado di freddo più o meno intenso e che suole indurre negli animali sonno, gangrena e morte).

Le sue memorie sono anche una critica contro le idee manifestate da Saissy. E difatti dice contro il Saissy: « non sono punto del suo avviso, che i freddi li più rigorosi, cioè, non abbassino la temperatura interna degli animali letargici al di là dei 5.° R. termine, dic' egli, nel quale nasce il letargo ».

Difatti soggiunge, osservando questi animali allo stato libero, non si espongono ai rigori del freddo, ma cercano le tane, le caverne, ecc..... il cui ambiente è sempre al di sopra di 8.° R., come potè vedere con diverse ricerche termometriche sui letargici allo stato di prigionia; almeno le marmotte, nel clima di Pavia e di Milano, si scavavano delle tane nelle cantine (quando potevano), per poter passare lì il tempo del loro letargo. Sezionando delle marmotte in pieno letargo vide, che la temperatura saliva ai 7.°-8.° R. nell'addome, non esclude con questo però, che la temperatura possa abbassarsi ancora di più ed andare a 0°, però in questo caso si passa alla congelazione e alla morte, come potè vedere in un riccio. Mangili spiega, come con questo meccanismo avvenga nei letargici la difesa dal freddo:

« E questi animali in cui la provvida natura ha profondamente ispirato il sentimento della propria conservazione, non è mai che si lascino sorprendere in luoghi aperti, e quindi esposti all' inclemenza della stagione.

Presaghi eglino dell' azione deprimente del freddo o, per un intimo sentimento, o per prova che ne abbiano fatto all' approssimarsi della rigida stagione, si studiano di cercare in un ambiente discretamente dolce quel precipuo mezzo che può tenerli in vita a fronte del lunghissimo digiuno di molti mesi.

E se mai interviene, che un freddo intenso penetri nei loro covaccioli, questo, anzichè accrescere il loro sonno, come parla la comune opinione, li risveglia invece, e li determina a procurarsi un più riposto asilo.

Ma così è che il freddo è alcune volte cotanto intenso, che i loro sforzi riescono del tutto inefficaci, e sorpresi dal letargo mortifero, non sono più in grado di opporre all'azione deprimente del freddo alcun mezzo, che valevole sia a trattenerli in vita. Per questa ragione io medesimo, nel mezzo di un freddissimo inverno, ho trovato sul ripiano di qualche finestra dei pipistrelli agghiacciati, perchè impossibilitati a poter penetrare entro l'ambiente assai meno rigido delle mie stanze.

Così, allorquando per una causa meteorologica qualunque, tardarono le nevi a cadere su certe montagne alpine, e che un freddo rigidissimo e ghiacciante potè insinuarsi a certe profondità nel terreno, furono dai cacciatori alpigiani trovate più marmotte del tutto gelate.

Egli è falso pertanto, che il sonno letargico cominci in questi animali allorquando la temperatura interna è discesa ai cinque gradi, e che questo grado di calore interno si mantenga a far fronte dei freddi li più rigorosi ».

Mangili sostiene, che è falsa l'idea di Saissy, che non tutti questi animali diventano letargici allo stesso grado di freddo, che le marmotte passino in letargo ad una temperatura di — 10°. Fa osservare giustamente, che la temperatura delle grotte e delle tane da lui osservate varia fra 6° e 9°. Riguardo poi alla temperatura di 1°, necessaria perchè nelle marmotte insorga il letargo, si esprime con queste belle parole: « Se il medico lionese (Saissy) avesse consultato il semplice andamento della natura, e si fosse trasportato tramezzo alle Alpi, avrebbe riconosciuto, che questi singolari mammiferi si scavano delle tane sotterranee assai profonde, non altrimenti all'oggetto di trovare nelle viscere dei monti una fredda temperatura, ma all'opposto per trovarvela bastevolmente tepida, e tale da mantenerli per più di sei mesi in quel sonno letargico, che conserva la vita all'animale mediante un tenue dispendio dei suoi mezzi interni ».

« Schiavo anche il nostro autore delle volgari opinioni, voglio dire che il freddo è la precipua e quasi unica cagione del sonno letargico, avrà tentato di indurlo in qualche sua marmotta mediante una freddissima temperatura naturale o artificiale, e ben si comprende dal suo

contesto, ch'esso ne ottenne l'intento colla temperatura — 10° R.

« Conosco io pure, che non solamente le marmotte, ma che l'uomo stesso e tutti gli animali esposti all'azione deprimente di un rigidissimo ambiente cadono letargici, e passano dopo certo tempo alla gangrena ed alla morte. E se il nostro autore avesse lasciato la sua marmotta divenuta letargica sotto la temperatura — 10° in tale situazione non già per lo spazio di alcune ore, ma sibbene di molte ore o di qualche giorno, l'avrebbe di certo trovata ghiacciata, e quindi incapace a più rivivere.

« Ma il di lui esperimento fu troppo rapido, e quindi più opportuno ad accreditare una volgare opinione, anzichè diretta a discoprire l'indole di quel sonno letargico, che è il solo valevole a conservare in tutta la sua integrità la vita dell'animale a fronte di un perfetto e continuato digiuno di sei mesi; sonno letargico che nelle mie memorie ho chiamato col nome di letargo conservatore a differenza di quello cagionato da un eccessivo freddo, al quale tutti indistintamente vanno soggetti, e a cui ho dato il nome di letargo mortifero, in quanto che dopo un dato tempo più o meno lungo induce in tutti gli animali la morte ».

Riguardo poi al terzo canone di Saissy, Mangili sostiene, che i letargici « sanno conservarsi un certo grado di calore interno mediante una languidissima respirazione ». E soggiunge « Che, se invece lo avesse lasciato esposto per lungo tempo ai rigori del freddo, avrebbe osservato, che la respirazione si sarebbe accelerata al punto da ridonare a tutte le parti del corpo dell'animale il necessario grado di calore, a fine di metterle tutte in giuoco, e per tal guisa abilitarlo a sottrarsi ad occhi veggenti all'azione deprimente del freddo ».

Falsa poi assolutamente ritiene l'idea del Saissy, che la circolazione sia interamente sospesa durante il letargo e si esprime con queste splendide parole:

« E s'egli è dimostrato, che la parte del calore animale dipende dalla respirazione, e che mediante il circolo del sangue viene a tutto il corpo distribuito, sarà del pari falso che negli animali letargici il sangue non

circoli, salvochè in alcuni dei principali vasi vicini al cuore.

Ognuno che sia alcun poco versato nella scienza anatomica conosce, che non sono altrimenti le grosse arterie, che comunicano con le grosse vene, ma che il sangue arterioso passa dai grandi canali ai piccoli, i quali anastomizzandosi, ovvero continuando con i piccoli canaletti venosi, rifluisce in seguito, mediante i grandi canali venosi, al cuore.

Il qual sangue venoso pervenuto al cuore, debb'essere di necessità portato nei minimi canaletti polmonari, che si diramano sulle piccolissime cellule aeree, dove il termossigeno dell'atmosfera, introdotto mercé una languidissima respirazione dell'animale, si combina col carbonio del sangue, e per effetto di questa lentissima combustione o combinazione chimica si svolge quel tenue grado di calorico, che è indispensabile alla conservazione dell'animale letargico, e che viene dal sistema arterioso e venoso diffuso alle diverse parti del corpo, e in ispecie alle regioni esterne ».

Respinge poi assolutamente, in base ad esperienze da lui eseguite, l'idea di Saissy, che il letargo possa, cioè, dipendere da modificazioni anatomiche che presentano gli animali letargici. Così conclude il Mangili:

« Se il suddetto autore avesse riflettuto, che il precipuo agente delle funzioni organiche si è il sistema nervoso, che i polmoni operano sempre dipendentemente da questo sistema più o meno eccitato, e che il sistema nervoso degli animali letargici, quando venga eccitato ugualmente nell'inverno che nell'estate, questi si mantengono vigili, ed i loro polmoni senza affaticarsi si prestano di continuo allo sviluppo del necessario calore, senza che la loro interna economia ne risenta verun detrimento, non si sarebbe al certo studiato di ricorrere alla picciolezza dell'organo polmonare (piuttosto supposta che dimostrata) per trovare la causa del sonno letargico; tanto più poi s'egli avesse osservato, che la quantità più o meno grande di calore interno dipende piuttosto dall'energia della circolazione e della respirazione, che da ogni altra cagione: talmentechè quelli animali, che sebbene vigili e senzienti

la pienezza dell'esistenza, languidamente respirano, sono eziandio li meno ricchi di calore interno ».

Così infine esprime il suo concetto sul letargo:

« Che se da quanto apparisce siamo condotti a credere, che quei due piccoli rami arteriosi, che si dipartono dai due principali vasi della basilare, facciano le funzioni di comunicanti colle mascellari interne, anzichè di vere carotidi; allora si capirà benissimo, perchè le marmotte, per difetto d'afflusso di sangue arterioso al cervello, siano generalmente tanto sonnacchiose nella buona stagione, e come passino poi facilmente al sonno letargico, allorquando gli si aggiungono le due altre circostanze della temperatura, cioè, e massime del digiuno; le quali tenderanno a diminuire sempre più l'afflusso del sangue arterioso al cervello, e quindi sosterranno sempre meno l'eccitamento e l'energia degli stami cerebrali, necessaria alla veglia ».

Mangili, infine, così chiude il capitolo riguardante le cause del letargo, parlando delle opere postume del suo maestro Spallanzani, fatte pubblicare dagli eredi di questi, e dove, secondo lui, si trovano registrati quasi tutti gli abbagli dello scrittore transalpino:

« Il naturalista Italiano dubitò forse dell'esattezza di sue osservazioni, e della veracità dei suoi risultamenti, per cui indugiò a pubblicarli; e dobbiamo almen sospettare che fosse sua intenzione di praticare delle nuove più accurate sperienze sopra tale argomento, onde meglio conoscere il vero stato della cosa, ma, colpito dalla morte, ogni suo disegno andò a vuoto. Io però, animato sempre dal più grande rispetto verso l'ombra di un mio cotanto illustre predecessore e maestro, ho preferito di ritornare sopra questo argomento combattendo gli errori di uno straniero anzichè quelli di un nostro celebre Italiano.

Ed a questa impresa mi sono accinto con una fiducia tanto maggiore, in quanto che l'intimo sentimento della verità inspira sempre coraggio, quando si tratta d'impugnare delle idee fallaci, e perchè l'illustre professore Prunelle, uno dei principali ornamenti della R. Università di Monpellieri, ha di già fatto conoscere, nelle sue interessanti memorie sopra questo argomento, quanto le

asserzioni del medico Lionese sieno lontane dal vero, e quanto le mie sieno conformi alla verità della cosa ».

La circostanza della temperatura, dice Mangili, non è la sola che rende e conserva letargiche le marmotte, perchè nella medesima temperatura stavano in letargo 2 marmotte, mentre una terza si mantenne sempre vigile, salvo in lunghi periodi giornalieri di un sonno ordinario, piuttosto leggiero anzichè profondo.

« Mentre le 2 prime venivano risvegliate più di una volta a causa dei tentativi che vi si andavano facendo per vedere su di loro l'influenza di una temperatura fredda od elevata, appena ripassavano alla temperatura ordinaria ricadevano in letargo, mentre l'altra era continuamente vigile e giammai dette il più piccolo segno d'intorpidimento ».

« Una marmotta che ho tenuto presso di me per 2 anni, è rimasta vigile in ogni qualunque stagione, e sotto le differenti temperature di stagione. Un illustre mio amico residente in Torino, il signor Bossi, mi scrive di aver mantenuto per 2 anni 3 marmotte le quali con grande sua sorpresa non intorpidirono giammai, nè nel primo, nè nel secondo inverno, ancorchè le abbia tenute per più tempo in luogo ove la temperatura era discesa ai 5.° e 6.° sotto 0°; dove però si trovava certa quantità di fieno entro il quale si rannicchiavano ogni giorno dopo aver mangiato e soddisfatto agli altri più pressanti bisogni ».

Dalle osservazioni di Mangili risulta, che l'aria viziata non influisce nulla sulla economia organica per produrre il letargo conservatore, come lo induce qualunque grado di freddo. « Che l'aria metifica, come ritenevano Allemand e Cleghorn sia la causa principale inducente il letargo è cosa assolutamente falsa, perchè 5 specie di mammiferi da lui osservate appena diventarono vigili passavano nel letargo conservatore e sempre si sono trovati in nn ambiente purissimo, entro stanze piuttosto grandi e ventilate ». Cleghorn si fonda sopra un esperimento di Allemand, il quale riteneva essere l'*aria mefitica* la causa principale del letargo, dopo aver visto, che un criceto sepolto in una cassa della profondità di 4-5 piedi (condizioni di ambiente quasi uguale a quella nella quale si

trovano questi animali, quando cadono in letargo nelle loro tane) era capace di cadere in letargo, per sostenere quindi anche lui la sua idea, che un ambiente rinchiuso sia indispensabile per far cadere in letargo un tale animale, queste sono le parole di Allemand nelle quali descrive l'esperimento fatto:

« Animal, quod singulis hymibus sub terra sepultum torpore solebat, eduxit, et aeri libero ita frigido ut aquam congelaret, objecit. Animal nihilominus adhuc vigil minime torpebat. Idem sub terrae superficiem demersum, et undique acclusum, intra paucos dies torpebat, iterumque aeri externo oeque frigido objectum, reviviscebat; unde auctor colligit torporem animalis non frigori unice, sed mutationi aeris respiratori quoque esse tribuendum ».

Mangili viene a parlare sopra l'influenza, che possono avere gli alimenti sulla caduta in letargo e sul risveglio parti alle quali abbiamo già accennato nel capitolo I e che qui solo ricordo in succinto. « Si avverta che mentre la marmotta vigile, appena risvegliata dal sonno ordinario andava in cerca di alimenti, le due altre all' opposto, dopo risvegliate dal letargo facevano qualche movimento per la cassa, si rannicchiavano e in 24 ore passavano dal sonno al letargo ». E durante le brevi veglie, quantunque avessero a disposizione castagne ed altre frutta loro piacevoli mai ne mangiarono assolutamente e neanche del fieno che avevano « talchè dovessi convincermi che il digiuno fosse una delle circostanze necessarie onde passare al sonno letargico ». Mangili tanto più se ne convinse, che avendo obbligato la più grande delle due marmotte, che era in letargo, svegliatasi per la quinta e sesta volta, a mangiarsi un dattero e quindi una mezza castagna, non mostrò più la stessa tendenza al sonno letargico, anzi si diede poi a mangiare spontaneamente il cibo apprestatole, seguendo in ciò l'esempio dell'altra, che si era mantenuta sempre vigile.

Mangili osservò, che forse anche lo stimolo a far mangiare forzatamente questa marmotta avrà molto contribuito a tenerla desta, ad ogni modo « non si riaddormentò più mentre la più piccola, sotto la medesima temperatura si giaceva sempre in profondo letargo ».

In quegli animali letargici poi soggiunge Mangili, i quali mangiano durante i periodi di risveglio nel letargo, la vita viene conservata « *o colla sola pinguedine riassorbita, ovvero anche con il grasso unito al chilo proveniente dal tenuissimo alimento di cui si cibano durante le brevi veglie alle quali vanno soggetti nel periodo invernale. Questi mammiferi più piccoli della marmotta, che vivono in climi più temperati e quindi più soggetti a variazioni atmosferiche, avranno bisogno talvolta di trovare in una tenuissima quantità di alimento un abbondante compenso al maggiore dispendio che essi hanno durante il sonno letargico e il grasso forse potrebbe loro bastare se rimanessero di continuo letargici durante la cattiva stagione* »..

L'intestino delle marmotte sezionate da Mangili, era pieno di cacherelli: « Il che prova l'errore che vige presso molti alpigiani, che le marmotte, cioè, prima di rintanarsi, osservino per più giorni il digiuno, e non bevono in questo tempo, salvo che della sola acqua, onde passare al sonno letargico col tubo digestivo ben netto e ripulito » cosa alla quale abbiamo già accennato nel capitolo III. « Se a questa temperatura (nel fondo delle loro gallerie sotterranee è di + 8° e + 9° R.), che riesce dolce per l'uomo e forse, incomoda per questi animali durante la cattiva stagione, si aggiunga un'assoluta quiete accompagnata da un perfetto digiuno di 10-15 giorni, noi veggiamo le marmotte passare dalla veglia al sonno ordinario indi al letargo conservatore, nel quale ultimo stato ella è cosa probabile che durino senza interruzione sino alla primavera ».

« A tal fine pare che la natura provvida abbia voluto accordare al cervello di questi animali un numero assai grande di vene in confronto del piccolo numero di vasi arteriosi, volendo così in certe qual modo compensare col ritardo della circolazione arteriosa il poco sangue arterioso portato dallo scarso numero d'arterie al cervello stesso. Infatti, dovendosi scaricare il tubo arterioso angusto assai nel tubo venoso assai amplo e grande, il sangue non può che soffrirne un considerevole ritardo, e proporzionato alla differenza grande che si osserva tra il

sistema arterioso ed il venoso che competono al cervello di questi mammiferi. Così procedendo la cosa, il cervello dell'animale, il precipuo agente delle funzioni organiche, riceverà dal sangue arterioso l'eccitamento necessario alla conservazione della vita, che senza di questo particolare meccanismo, l'animale di necessità passerebbe dal letargo alla morte ».

Di questo fatto ho già accennato al Capitolo II e alla polemica che a questo proposito ebbe Mangili con Otto ed esposta ivi completamente; è da me qui riportato integralmente questo brano di Mangili per mostrare le idee che lui aveva sulla causa del letargo.

Sir Anthony Carlisle (1805) si esprime così « animals of the class Mammalia, wich hybernate and become torpid in winter, have at all times a power it of subsisting under a confined respiration, wich woul destroy other animals not having this peculiar habit ». Questo potere di ridurre la respirazione sarebbe una cosa indotta, secondo Carlisle, perchè dipendente dal letargo.

Reeve (1809) in una lunghissima memoria sostiene, fra le altre cose, che nel letargo non è quistione di abitudine, ma i letargici hanno una organizzazione speciale e la causa per cui non sono continuamente in letargo dipende da che certe azioni non si producono se non quando le sensazioni volute le provocano. Osserva inoltre, che nella specie umana mai sono stati osservati dei casi di letargo. Lacépède (1829) crede anche lui, come molti suoi predecessori, che il raffreddamento del sangue sia la sola causa del letargo. Nella memoria di Pastrè (1827) si trova espressa l'idea, che il sonno ordinario sia intermediario fra il raffreddamento moderato e il fenomeno del letargo. Desjardins (1830) conclude, che la necessità del letargo è così prepotente nei rosicanti come il bisogno di emigrare in altri animali.

Hall (1832) parla dei caratteri generali dei letargici; egli osservò il ghiro, il riccio, la nottola e scrisse che in questi animali il letargo è caratterizzato:

1. dalla respirazione diminuita,
2. dalla temperatura degli animali più bassa,
3. privati i letargici dell'aria non ne sono immediata-

mente incomodati e non ne risentono danno. Se altri autori, soggiunse Hall, non han visto ciò, dipende da che il letargo in questi animali era stato disturbato. Basta toccare la tavola, ecc., fare insomma le minime eccitazioni perchè l'animale non sia più adatto all'esperimento. La nottola è un animale notturno e passa dallo stato di *attività notturna* a quello stato designato da Hall come *diurnation*, nel quale stato la respirazione e la temperatura si abbassano, la necessità per la respirazione è grandemente diminuita.

È una cosa molto importante, avverte Hall, distinguere il torpore proveniente da freddo dal vero letargo. L'effetto immediato del freddo ha una influenza letale sopra gli animali letargici. Un freddo modico avrebbe secondo lui per effetto e per oggetto la preservazione della vita in questi animali. La temperatura deve essere assolutamente moderata. Sono state fatte varie esperienze per vedere le influenze delle temperature molto fredde sopra gli animali letargici.

Saissy vide, che mettendo un riccio in un miscuglio frigorifero, l'animale si risveglia; appena però la temperatura dell'animale si abbassa a 0°, questo muore immediatamente, anche se dopo venga riportato ad una temperatura di + 12.°.

Hall ha osservato anche lui, che una temperatura moderata è quella che produce il letargo; difatti i ghiri ravvolti nella paglia e i ricci avvolti nel cotone, hanno un letargo molto più completo. Secondo Hall il letargo può essere prodotto o da caldo o da freddo moderato. Nel caso di Hall sia il fieno come anche il cotone che si ponevano attorno agli animali, venivano a formare un ambiente a un grado di temperatura, che era capace di produrre il letargo. Rafforza questa sua idea parlando del letargo nel Tanrec, al letargo del quale animale egli crede completamente.

Hall ritiene, che le osservazioni di Saissy sono giustissime, per quanto riguarda l'azione del freddo sugli animali letargici e che può condurre anche alla morte. Il freddo moderato in questi animali è capace di portare ad uno stato di letargo, ma non nel senso come lo ritenevano Legallois (1824) ed Edwards (1824).

Hall riteneva, che la causa del letargo fosse la respirazione rallentata, che porterebbe ad una condizione arteriosa tale del sangue da rendere maggiormente irritabile il cuore; si avrebbe l'accumulo di sangue nelle vene polmonari e nel ventricolo sinistro, da qui un senso di oppressione e quindi il letargo. Per Hall sarebbe la maggiore irritabilità del cuore, quella che porta al letargo. Il digiuno poi per sè stesso non porterebbe al letargo, ma predisporrebbe l'animale in modo da renderlo più suscettibile al freddo.

Palmer (1832) trova, che vi è la stessa relazione fra il sonno normale ordinario degli animali in genere ed il sonno tutto particolare degli animali letargici, relazione che si ritrova anche fra questo ultimo e lo stato di letargo completo. Fa una vera e propria divisione completa di questi tre differenti stati: nel primo la respirazione é diminuita e la temperatura del corpo si abbassa in genere di 1°, 5, nel secondo la respirazione è diminuita un po' di più e la temperatura del corpo è ridotta a un piccolo numero di gradi, al disopra del mezzo ambiente; nel terzo infine, la respirazione è sospesa intieramente e la temperatura del corpo è uguale alla temperatura ambiente. Il freddo, quindi, secondo Palmer agirebbe come causa predisponente a questi differenti stati.

Iahn (1834) e Czermak (1834) hanno stabilito un parallelo molto interessante fra il colera ed il letargo.

Dugès (1838) pensa, che l'uomo può cadere in letargo per l'influenza dei grandi freddi, ma ciò non avverrebbe per un *riflusso di sangue* verso il cervello, bensì per un annichilimento delle funzioni nervose come nei comuni animali letargici. Per questo autore, infine, il letargo si ravvicina più allo stato fetale che al sonno ordinario

Iacobson (1817) rassomiglia il letargo al sonno ordinario, ma dice, che in questo però, la respirazione, la cir colazione ed il calore sono diminuiti.

Lortet (1844) non ha mai potuto sorprendere il moscardino in uno stato di sonno analogo a quello degli altri mammiferi, ossia senza diminuzione di calore e senza rallentamento o irregolarità della circolazione o della respirazione; secondo lui basterebbero pochi istanti al mo-

scardino per passare dallo stato di veglia a quello di sonno. Gli animali letargici, quindi, per questo autore, avrebbero di per sè stessi una grande predisposizione ad un sonno tutto particolare e, conseguentemente, al passaggio da questo al letargo completo. Per Barkow (1846) vi sono delle cause interne e delle cause esterne, che inducono al letargo. Fra le cause interne annovera:

1. La struttura tutta particolare dell'apparecchio respiratorio in molti animali letargici.

2. Un presentimento dell'inverno che sopraggiunge, un istinto tutto particolare, ed un bisogno tutto speciale di riposo.

3. Una sensibilità tutta propria, che si spiegherebbe con una struttura organica poco avanzata di questi animali letargici. Fra le cause esterne annovera: la diminuzione di luce, l'aria confinata, la mancanza di nutrimento e un certo abbassamento di temperatura: sarebbero queste tutte cause, che portano, a secondo dei vari animali, ad un grado più o meno grande di letargo e sono di valore molto differente.

Brown-Sèquard (1851) trae argomento dalle sue osservazioni fatte sul Tanrek, come abbiamo visto in altro capitolo, per giungere alla conclusione, che anche in questo animale il letargo è una conseguenza del freddo (relativo) al quale viene ad essere sottoposto e non del caldo secco.

Bernard (1855) fà una grande distinzione fra animali a digiuno e quelli che sono in un incompleto letargo, e la marmotta in pieno letargo.

Anche questo autore trova delle analogie grandissime fra letargo e colera, perchè il sangue è del tipo arterioso nelle vene della marmotta in letargo; i globuli rossi sono in stato di letargo, perchè la loro funzione è diminuita ad un punto tale, che questi animali possono farne a meno per un certo periodo di tempo, mentre che nelle condizioni ordinarie le funzioni vitali dei globuli sono talmente esaltate, che la loro sottrazione determina immediatamente la morte dell'animale. Nei letargici sarebbe il freddo, che primo agisce sul sistema nervoso periferico e secondariamente, sui movimenti respiratori che sono rallentati, il risveglio avverrebbe sempre per mezzo del sistema ner-

voso. Nella rana è l'abbassamento graduale della temperatura, che produce il letargo e l'elevazione lenta e progressiva produce il risveglio. Inoltre, se si eccita una rana in letargo, non si produce nulla, mentre invece, eccitando una marmotta, in un quarto d'ora questa ritorna alla temperatura normale di risveglio.

Bernard vide inoltre, che mano mano che si rallenta la respirazione dell'animale letargico lo zucchero sparisce dal sangue, ma però contemporaneamente si accumula del glicogeno nel fegato. Sacrificando un ghiro in pieno letargo si ritrova una certa quantità di glicogeno nel fegato, ma, dopo quattro ore dal risveglio, non se ne ritrova più traccia. Nell'animale letargico il glicogeno esisterebbe, così anche il fermento, ma quest'ultimo è latente e non è in uno statto conveniente per agire. La temperatura avrebbe una influenza sul fenomeno e così anche il sistema nervoso interviene per impedire questa distruzione del glicogeno e dello zucchero; tagliando il midollo in questi letargici, e facendo la respirazione artificiale, lo zucchero sparisce nel sangue e nel fegato, ma il glicogeno si trova sempre in quantità nel fegato. Non sarebbe quindi il freddo, che ha paralizzato il fermento ma la sezione del midollo. I letargici sarebbero ben differenti dagli animali omeotermi, in quanto che questi sono provveduti di un sistema nervoso capace di regolare gli scambi interni.

Bernard distingueva tre forme di vita riguardo alle re lazioni fra l'essere vivente e le condizioni cosmiche ambienti:

« 1.° La *vie latente;* vie non manifestée;

2.° La *vie oscillante;* vie à manifestations variables et dépendentes du milieu extérieur.

3.° La *vie costante;* vie à manifestions libres et indépendantes du milieu extérieur ».

Così spiega la *vie oscillante:* « Les êtres dont les manifestations vitales peuvent varier dans des limites étendues sous l'influence des conditions cosmiques sont des êtres à vie oscillante ou dépendante du milieu extérieur.

« Ces êtres sont fort nombreux dans la nature. Tous les végétaux sont dans ce cas: ils sont engourdis en hiver.

La vie n'est pas complètement éteinte en eux; les échanges matériels de l'assimilation et de la désassimilation ne sont pas supprimés absolument, mais ils sont réduits à un minimum. La végétation est obscure; le processus vital presque insensible. Au printemps, lorsque la chaleur reparait, le mouvement vital s'exalte, la végétation engourdie prend une activité extrême, la sève se met en mouvement et se développent des parties nouvelles, racines, branches, s'étendent dans le sol ou dans l'air.

« Dans le règne animal il se produit des phénomènes analogues. Tous les invertébrés et, parmi les vertébrés, tous les animaux à sang froid possèdent une vie oscillante dépendante du milieu cosmique. Le froid les engourdit, et si pendant l'hiver ils ne peuvent être soustraits à son influence, la vie s'atténue, la respiration se ralentit, la digestion se suspend, les mouvements deviennent faibles ou nuls. Chez les mammifères, cet état est appelé état d'hibernation: la marmotte, le loir nous en fournissent des exemples ».

Per Milne Edwards (1857) nessuna delle ipotesi emesse sino ai suoi tempi era capace di spiegare in maniera soddisfacente il letargo; dal canto suo però questo autore non emette alcuna ipotesi.

Seguendo l'ordine cronologico abbiamo ora ventisei memorie di Valentin sulla marmotta in letargo, eseguite durante 31 anni (1857-1888).

Le sue ricerche riguardano la fisiologia di tutti i sistemi di questo animale e saranno da me ampiamente trattate quando nel decorso del lavoro mi dovrò occupare di ognuno di questi. Però dal lato generale, ossia su quanto Valentin pensava sulle cause possibili del letargo, nulla veramente di stabilito e di preciso si ritrova in queste sue memorie, anzi, per essere giusti si può ritenere, che il Valentin, all'infuori di riportare le idee degli altri autori sopra le cause del letargo, nulla, in questo argomento vi abbia aggiunto di suo.

Sacc (1849-1858) non ha potuto trovare rapporto alcuno tra il letargo delle marmotte e lo stato dell'atmosfera, invece trovò un rapporto intimo fra l'intensità del letargo e la ricchezza in grasso, perchè il letargo delle marmotte

magre è molto meno profondo di quello delle marmotte grasse.

Blandet (1868) pur non essendosi occupato *ex professo* dello studio del letargo pur tuttavia espresse dei concetti generali, sulla causa di questo, molto degni di nota.

Li riporto testualmente. « Le sommeil est le principe conservateur, la dynamique même de la vie. Il y a trois sortes de sommeil: diurne, annuel et métamorphique ou chrysalidaire. La seconde forme du sommeil coïncide non plus avec la révolution diurne, mais avec la révolution annuelle du globe; c'est le sommeil d'hiver. L'hibernage n'est pas non plus le fait d'une cause isoleé locale: absence des carotides internes ou du coecum, grandeur du thymus ou du coeur, incoagulabilité du sang, albuminosité de la bile, anémie, hyperémie, etc. Ce n'est pas le froid qui le produit, car l'hibernant s'endort à 15 degrés centigrades pour se réveiller à 8 degrés. Ce n'est pas le manque d'aliments, car l'aliment abonde en automne et est rare au printemps; l'hibernant s'endort à côté de l'aliment dans des chambres chauffées, sous l'éclat de la lumière.

L'hiver paraît bien être la cause occasionnelle de l'hibernage, le mot l'indique; mais pourquoi ceux-ci et non pas ceux-là dorment-ils? pourquoi les plus frileux veillent-ils, quand les mieux fourrés, l'ours, la marmotte, dorment? pourquoi certains campagnols et non le campagnol des neiges? Si la nature endort l'animal pour le préserver du froid, pourquoi limiter ce sommeil à quelques rongeurs? Ils n'en ont nul besoin, ces animaux des hautes montagnes, des stations rigoureuses. L'hibernage n'a plus même sa raison d'être dans nos climats tempérés ou il a dégénéré dans ses modes affaiblis, dans la ume, dans l' emigration.

Il ne préserve de rien, il ne sauvegarde rien, et cependant le fait existe. C'est que l'hibernage est un reste, un écho d'un phénomène ancien et général, et qui a dû nécessairement se produire dans ces durs hivers d'une époque éloignée où l'animalité aurait succombé saus cette torpeur salutaire où l'a plongée le principe de la vie. L'hibernage présent n'est plus qu'un effet de l'habitude

et de la périodicité annuelle: il s'est confiné dans certaines espèces septentrionales, et finira par s'éteindre et disparaître.

Telle est la thèse que j'aurais soutenue devant l'Académie si j'avais eu l'honneur de concourir pour le prix proposé en 1815 sur la cause première de l'hibernage. (Commissaires: MM. Serres, Velpeau et Rayer) ».

Serbelloni (1866) sostiene, che Alibert prende l'effetto per la causa, pretendendo che nel letargo i capillari destinati a portare il sangue al cervello siano intasati, da qui la produzione dello stato letargico. In realtà questi vasi rimangono quasi vuoti durante questo periodo di tempo, come l'autore potette vedere in tre marmotte, che si trovavano in pieno letargo. Il freddo sarebbe la causa determinante e la costituzione organica di questi animali sarebbe la causa predisponente. Quando arrivano i primi freddi, la marmotta e gli altri animali letargici non sarebbero più tormentati dalla fame, perchè, secondo l'autore, la loro bile sarebbe divenuta dolce. Si ritirano nelle loro tane e lì rimangono senza fare movimento alcuno per combattere il freddo che li fa cadere in letargo subito. Appena la loro bile divenga più acre, stimola più energicamente gli organi della nutrizione, la fame eccita allora le marmotte al movimento, le forza ad uscire dal loro letargo, ovvero, rende questo meno profondo. Così Serbelloni spiega il meccanismo della caduta in letargo: « In autunno questi mammiferi perdono l'appetito e risentono tanto più facilmente il freddo di quanto più i vasi della loro pelle sono voluminosi e numerosi. L'impressione del freddo sopra questi nervi restringe e contrae le fibre cutanee, di qui erezione dei peli e delle papille di cui è ricoperta la pelle di questi animali. Per la pressione della pelle avviene, che il sangue dei vasi cutanei è cacciato nell'interno del corpo, fenomeno che viene ad essere facilitato dalle dimensioni grandi del cuore, dei grossi vasi toracici addominali ed anche dallo stato passivo e dall'immobilità in cui si trovano questi animali ». L'autore crede inoltre, che la qualità del sangue dei letargici possa molto contribuire alla conservazione della loro vita effimera, perchè, se il sangue coagulasse, le sostanze solide non sarebbero capaci di mantenere la vita.

P. Bert (1868) per quanto riguarda l'origine del sonno e quindi del letargo emette successivamente due opinioni, o meglio due ipotesi contradditorie: nella prima è la privazione lenta dell'ossigeno, che influenza l'acido carbonico del sangue che produce il sonno; è la teoria dell'acapnia rimessa in onore da Mosso A.

Nella seconda opinione è contenuta certamente l'idea che il letargo invernale possa essere causato dall'accumolo di acido carbonico nel sangue e in tutti gli altri tessuti. Naturalmente se egli avesse proseguito le sue esperienze nella stessa direzione seguita poi da Dubois, egli certamente sarebbe giunto a vedere, dice Dubois, che il sonno non é dovuto altro, che ad una autonarcosi carbonica. Bert mise un moscardino sotto una campana di 16 litri con sotto della potassa, che assorbiva il CO_2 formato; l'aria era rinnovata a mezzo di un piccolo orificio in modo che la distruzione dell'ossigeno si faceva molto lentamente. L'animale sotto la campana era stato posto molto vivace, mentre il giorno appresso, che vi si trovava, quantunque cadesse sulla campana un sole molto forte e vi fosse una temperatura di 14°, tuttavia cadde nel sonno. Levato dalla campana si svegliò immediatamente. Altri animali di controllo tenuti all'aria aperta in un luogo anche più freddo non si erano affatto addormentati. Bert soggiunge, che sarebbe interessante di fare queste esperienze nell'estate. Bert conclude questa sua esperienza così:

« Cependant, les circonstances que je viens de vous indiquer, font que je crois pouvoir considérer l'hivernation comme produite, dans mes expériences, par la privation d'oxygène, et c'est là un fait intéressant en soi ». Dubois ha ripetuto l'esperienza di Bert in una marmotta in estate nel mese di maggio. Conservò per 9 giorni questa marmotta in una gabbia di vetro, la quale non comunicava con l'esterno che per un piccolo forellino. L'acido carbonico era assorbito dalla potassa e in nessun momento vide l'animale addormentarsi, bensì questo morì.

Difatti non v'è alcun rapporto, secondo Dubois, tra i sintomi provocati dalla rarefazione dell'aria e dalla anossiemia con i sintomi che risultano dalla narcosi carbonica.

Di quanto questi ultimi presentano uno schema fedele di ciò che si osserva nel sonno, di tanto gli altri se ne allontanano. Pur tuttavia Mosso combatte la spiegazione data da Dubois, che fa dipendere il sonno ordinario e il letargo, da una autonarcosi carbonica, al contrario ritiene che questo fenomeno del sonno è dovuto all'assenza del CO_2 nel sangue; per la qual cosa pensa essere egli stato il primo ad emettere questa idea, già espressa da P. Bert e per la quale credette di emettere la nuova parola *acapnia*.

Horvath (1872-1881) alla fine delle sue esperienze sopra lo scambio respiratorio dello Spermofilo e del Riccio, allo stato o no di lelargo, giunge a questa conclusione dalle sue ricerche:

« Der berühmte Breslauer Botaniker Ferd. Cohn sagte bei seiner Vorlesung, als die Reihe an die Rose von Jericho (Anastalica jerochortica) kam, folgendes: Die Rose von Jericho ist erstens keine Rose und wächst zweitens niemals bei Jericho. Fassen wir alle unsere Kenntnisse über den Winterschlaf zusammen und ziehen besonders den sommerlichen Winterschlaf und unsere volle Unkenntniss der gewöhnlichen Schlafes in Betracht, so gelangen wir immer mehr und mehr zur Einsicht, mit wie viel Recht man (jetzt noch) sagen kann: « Der Winterschlaf ist erstens kein Schlaf, und zweitens hat er gar nichts mit dem Winter zu thun ».

Quincke parlando delle cause probabili della caduta in letargo, osserva che il riposo ed una temperatura esterna appropriata, non sempre però, ed in ogni caso non subito, portano al letargo della marmotta.

Egli stesso, vedendo il comportarsi in modo differente delle marmotte durante il letargo, nell'addormentarsi cioè o no per più o meno lungo tempo, pure date le stesse condizioni esterne di riposo e di una temperatura appropriata, è portato a ritenere, che queste non siano le sole cause della caduta in letargo, ma che bensì ben altre siano (di ordine interno).

Quincke, giustamente poi osserva:

« Si ritiene, che la profondità del letargo aumenti coll'abbassarsi della temperatura del corpo, ciò non è vero in linea generale, perchè non c'è proporzionalità; bensì

la profondità del letargo, sino ad un certo punto, è indipendente dalla temperatura, perchè p. es. spesso si hanno minori movimenti spontanei a 25° che a temperature più basse, p. es. 18° ». Sembra all'autore, che nel risveglio (e quindi nel riscaldarsi) il movimento e la reazione si presentano già a temperature del corpo molto basse, di quello che non si abbia a temperatura più elevata nel cadere in letargo, nel quale stato i movimenti diventano più lenti; in modo che la variazione della temperatura del corpo tiene dietro al sopraggiungere e allo sparire degli altri sintomi del sonno e non è affatto vero, che ne sia la causa.

Forel (1887), racconta minutamente la storia di due ghiri, che passarono tutto l'inverno del 1877 completamente svegli; appena sopraggiunse il maggio caddero in stato di letargo, con una temperatura del corpo variante fra 20°-22° ed in questo periodo erano grassissimi. Ascrive quindi questa caduta in letargo ad un fenomeno di suggestione e di ipnotismo.

Questa stessa idea era stata emessa già sino dal 1866 da Lièbeault, il quale appunto ascriveva il letargo dei ghiri ad uno stato di suggestione, e riteneva non essere il freddo la causa di questo letargo, perchè questi stessi animali non raramente possono cadere in letargo nell'estate e in camere riscaldate; e riporta inoltre l'esempio del Tanrek, che cade in letargo nella stagione più calda di tutto l'anno.

Marès (1892) esclude assolutamente, che il freddo sia causa del letargo: gli animali letargici avrebbero una capacità innata nel loro sistema nervoso da far sparire esclusivamente la sensibilità al freddo esterno. Questa capacità viene ad essere ascritta ad un fenomeno di suggestione ipnotica, trasmesso atavicamente. Marès fonda questa sua teoria anche sopra una osservazione fatta da lui, insieme ad Hellich, sopra una isterica, che quando cadeva nello stato ipnotico aveva un'enorme abbassamento di temperatura.

Dubois (1896), in una lunga serie di lavori proseguiti per circa 10 anni sulle marmotte, dice, che la causa del letargo dipende da un fenomeno di autonarcosi carbonica. Queste sono le sue parole: « S'agissait d'une autonarcose

determinée par un corps volatil s'éliminant par la respiration ».

Ma perchè una teoria del sonno sia ammessa senza contestazione alcuna, soggiunge egli, occorre « qu'elle explique l'enchainement normal et nécessaire qui rattache les unes aux autres, le travail, la fatigue, le sommeil, la reparation et le reveil. L'autonarcose carbonique explique tout celà et d'autres choses encore ». Trovo in P. Bert: « La rétention d'une certaine quantité d'acide carbonique dans le sang ne serait-elle pas pour quelque chose dans l'hivernation des mammifères? On sait qu'ils s'enroulent en boule dans le lieux où l'air ne peut que difficilement se rannouveler et où la proportion d'acide carbonique doit pouvoir s'élever très haut. De plus, on sait que chez eux l'oxygène inspiré ne se retrouve pas dans la proportion habituelle dans l'acide carbonique expiré, d'où résulte un augmentation de leur poids: il y aurait là de curieuses expériences à entreprendre ».

Così si esprimeva Paul Bert nel 1873. Ma questa sua osservazione passò inosservata, sino a che Gley non vi richiamò sopra l'attenzione degli osservatori e disse:

« C'est dans cette voie que notre collègue Raphaël Dubois (1888-1895) a entrepris de longues recherches qui l'ont conduit à ramener l'hivernation à un narcose, dûe à l'accumulation d'acide carbonique dans le sang de l'animal hivernant. »

Il Dubois però ebbe a rispondere a questa nota del Gley:

« C'est par le travail de M. Gley que j'ai connu la réflexion de Paul Bert, c'est-à-dire bien longtemps après la publication de mes recherches sur l'autonarcose carbonique du sommeil naturel, par lesquelles j'établis que le sommeil hivernal n'est qu'un état plus profond du sommeil ordinaire, non seulement parce qu'on recontre chez le mammifère hivernant tous les degrés entre le sommeil léger et la torpeur, le passage insensible de l'un à l'autre, mais encore parce que, dans la série animale on trouve toutes les transitions entre le mammifére hivernant véritable et le faux hivernant au sommeil lourd mais ne supportant pas le jeûne prolongé et ne tombent pas en tor-

peur profond, tel que l'ours, et enfin entre ces derniers et les autres animaux à température fixe. »

Dietro questa dichiarazione di Dubois noi dobbiamo ritenere, che il primo ad emettere l'idea essere il letargo dipendente dall'autonarcosi carbonica è stato veramente lui, il geniale fisiologo di Lione. Difatti il Dubois non cominciò immediatamente a dosare il $C O_2$ del sangue e dei tessuti nella marmotta in letargo, come naturalmente avrebbe fatto, se fosse partito dalla ipotesi di Bert, bensì cominciò innanzi tutto a studiare il meccanismo della termogenesi e solo più tardi riconobbe le strette relazioni che esistono fra questa e il sonno e stabilì che il $C O_2$, che è l'agente del sonno, è nello stesso tempo il regolatore per eccellenza della temperatura negli esseri viventi.

Per Patrizi (1894) il *letargo può essere considerato come una esagerazione fisiologica del sonno.*

« Il diradarsi degli eccitamenti fisiologici nel sonno della marmotta ci appare ancor meglio ammissibile, se si considera il fatto dal punto di vista della conservazione individuale. Riflettendo alla necessità che ha la marmotta di risparmiare il dispendio delle sue energie in quel lungo periodo d'inanizione, si è più inclinati a supporre che essa, come allarga le pause tra i battiti cardiaci, tra gli atti respiratorî, ecc., sia obbligata anche ad ingrandire quelle tra le eccitazioni destinate al tono muscolare delle membra, o ai loro movimenti ».

A sua volta Dutto (1896) soggiunge:

« Quali siano le cause determinanti di questo fenomeno, si ignora, ed alle antiche ipotesi di Buffon, di Spallanzani, di Hunter, di Mangili e di Saissy, nulla si é potuto finora contrapporre. Solo si è messo meglio in rilievo, specialmente dal Luciani, che tanto l'inanizione che la ibernazione sono processi strettamente legati all'influenza regolatrice del sistema nervoso sul ricambio materiale e sulla termogenesi.

Ma oltre l'influenza regolatrice del sistema nevoso, segue dalle mie esperienze in modo indubbio che il potere emissivo del calore della marmotta è *caeteris paribus*, molto maggiore che non quello del coniglio; e quindi si

può forse pensare che il fenomeno dell'ibernazione sia legato a questa differenza del potere emissivo dei tegumenti, fra animali ibernanti e non ibernanti »

Dato questo potere emissivo, abbassandosi la temperatura esterna, il corpo della marmotta aumenta gli esiti, quando la temperatura dell'animale diventa uguale a quella ambiente.

Von Hansemann (1901) giunge al punto da ritenere essere un *Winterschlaforgan*, quell'ammasso di grasso che le marmotte presentano alla fine dell'estate fra gli omoplati e del quale abbiamo già parlato.

Auerbach (1902) dal suo lavoro prettamente anatomico, una delle conclusioni che trae è questa, cioè:

« Es ist nicht unbedingt notwendig, dass den Winterschläfern (Murmeltier, Igel, Gartenschläfer) während der Dauer des Schlafes Nahrung gereicht wird. Die Tiere können auch ohne diese den Winter überdauern ».

Beretta (1902) però nega assolutamente, che l'accumolo di grasso abbia una azione notevole nella produzione del letargo.

Brunelli (1902) ritiene, che il letargo sia una cosa acquisita gradualmente, che non è che la conseguenza dell'abitudine contratta da certi mammiferi di passare l'inverno in una tana, in un nascondiglio, dove hanno ammassato le loro provvigioni. Insiste sul legame fra sonno e letargo e dice, che il nascondiglio riunisce la fisiogenia di ambedue questi fenomeni.

Albini (1903) combattendo le idee di Brunelli ritiene, che l'immobilità sia la causa prima del letargo, non conviene che sia necessario un luogo remoto, oscuro per iniziare e continuare il sonno periodico.

Noè (1903) nel suo libro riguardante « *La vie oscillante* » del riccio, quantunque non si occupi di studiare la quistione del letargo da un punto di vista generale, ma solo si può dire dal lato della perdita del peso, pur tuttavia qua e là accenna al concetto che lui ha del fenomeno letargo (pp. 232-233): « Le sommeil hibernal constitue donc un mécanisme d'épargne à l'egard de l'istolyse et, par suite, un processus de résistance. On comprend aussi qu'à cette époque toute cause de dénutrition, tel que le mou-

vement ou un froid exagéré, soit plus funeste que la privation même de nourriture. De même que la faim indique un besoin d'assimilation, le sommeil répond à un besoin d'epargne pour la désassimilation. Le premier est satisfait par l'acte alimentaire, le second par le repos. En vertu des oscillations saisonniers, de son mouvement nutritif, l'hibernant doit demeurer inactif, afin de restreindre le bilan de ses dépenses. Dans le cas contraire, la même ration ne peut suffire, à combler le déficit, et la mort souvient à bref delai ».

Non crede infine, che il letargo sia il risultato di una autointossicazione fisiologica.

Così osserva in altro punto: « Il était donc nécessaire de se demander à la fois le lien qui rattache les diverses formes de la vie et le caractère qui les distingue. Pour cela il fallait comparer les phénomènes generaux d'un être moins évolué a ceux d'un être plus évolué. Nous avons choisi les animaux hibernantes comme terme de comparaison le plus convenable, et nous nous sommes attaché à démontrer que leur vie est réellement oscillante, c'est-à-dire que leur manifestations vitales se passent autour d'une moyenne qui est celle d'un animal supérieur semblablement constitué ».

In un punto forse non si esprime chiaramente: (p. 49) « *Ce n'est donc pas le froid qui costituè le principal facteur de l'hibernation* » E più oltre (p. 50): « *Si donc le froid est la cause déterminante*, la constitution organique est la cause predisposante » e crede che « l'hibernation et l'estivation sont la conséquence des mèmes processus intimes de la nutrition ».

Ritiene che « le sommeil *(in genere)* non seulement entrave la consummation des réserves, mais permet de les utiliser en bénéfice de l'organisme, ce qui est la meilleure confirmation de l'aphorisme bien connu: « qui dort dîne ».

Io (1904) così accennavo in un mio lavoro sulla variazione del peso delle marmotte in letargo: « Sono animali insomma le marmotte e in generale i letargici, incapaci di resistere a basse e ad alte temperature, hanno una debole resistenza del coefficiente termogenetico e quindi sono

costrette a cadere in letargo per salvarsi da una istolisi troppo rapida e quindi dalla morte ».

E in un altro punto: « Secondo me questo stato speciale dell'organismo di molti animali si deve ritenere come una forma di passaggio, di adattamento, che si é andata sviluppando in un interminabile periodo di tempo. In altre parole: il periodo così detto glaciale dell'Europa nord e media, nel corso di molte migliaia di anni ha prodotto dei profondi mutamenti nell'organizzazione di molti e molti animali, che nel periodo anteriore pliocenico, estremamente caldo, si trovavano in continua attività e furono costretti a divenire animali periodici letargici.

Bunge (1904) alla fine del capitolo scritto sul letargo, nel suo libro di fisiologia, giunge a questa conclusione sulle cause del letargo: « *Der Zweck ist klar, der Grund ist vorläufig noch nicht einzusehen* ». Conviene con Horvath, che il freddo non sia assolutamente la causa del letargo e che la parola quindi: *Winterschlaf*, con la quale in tedesco viene designato questo fenomeno debba essere assolutamente rigettata. Sostiene però, che per far cadere in letargo lo spermofilo sia necessaria una temperatura sui 15°, che la caverna, la tana sia una delle condizioni indispensabili, che la raccolta di nutrimento non sia assolutamente la causa e che infine il letargo del Tanrek e dello spermofilo nella stagione estiva debba attribuirsi alla grande siccità, propria a questo periodo dell'anno.

Claparéde (1905) accettando l'idea del Brunelli trova anche lui degli stretti rapporti fra sonno normale e letargo, l'accumolo di grasso ammette possa essere un fattore dello stato letargico, la diminuzione di O_2 e l'aumento di CO_2; ciò non significa però, che sia la causa del sonno. Per Claparéde « le sommeil saisonnier peut ètre, en effet, considéré comme un sommeil quotidien prolongé ». La letargia dei fachiri sarebbe un testimonio della parentela fra questi due, perché ne costituisce una combinazione.

In un punto dei loro lavori così i Monti (1900) esprimono il loro concetto sulla causa del letargo: « In complesso noi possiamo in base ai nostri risultati confermare

il concetto espresso dal Mangili al principio del secolo: che nel letargo delle marmotte il ricambio materiale, l'attività funzionale, il consumo dei tessuti si riducono ai minimi termini: perciò la produzione di calore è nulla, la vita è come sospesa, il profondo letargo ha significato di sonno conservatore ».

E in altro punto dei loro lavori (1906): « Il sonno invernale della marmotta non ha lo stesso significato fisiologico del sonno ordinario, non è un riposo delle funzioni di relazione che conceda il tempo per riparare alle perdite degli organi, ma una sospensione quasi completa di tutte le funzioni, cioè, come diceva il Mangili, un *letargo conservatore.*

Il compianto Maggi, ha più volte accennato al problema della filogenesi delle funzioni. Se noi volessimo tentare le prime linee di una filogenia del letargo, dovremmo paragonarlo, non già col sonno ordinario, ma coi fenomeni di vita latente degli organismi inferiori, che già richiamarono l'attenzione degli osservatori di cento anni fa. I protozoi che si incistano e così possono sopportare l'essicamento o la congelazione, i vermi, i rotiferi, i tardigradi che possono tollerare l'essicamento, per poi risuscitare, gli stessi girini di rana che possono essere congelati e poi riaversi, ci presentano fenomeni di sospensione della vita, o di vita più o meno latente, fenomeni diversi di intensità, ma omologhi a quelli che caratterizzano il letargo dei mammiferi ».

CAPITOLO V.

Sulle diverse fasi del letargo.

In questo capitolo tratterò della caduta in letargo degli animali, dello stato di letargo, della durata di questo, del risveglio, della possibilità di far cadere in letargo in ogni tempo gli animali che ci vanno normalmente soggetti, infine sulla possibilità di prolungare lo stato letargico e come sopportino il digiuno assoluto gli animali letargici, quando non si trovano in letargo.

In ogni singola sezione di questo capitolo parlerò dei

fenomeni che si possono osservare in questi vari stati, di ognuno dei quali può essere tenuto conto particolare nei rispettivi capitoli, che li trattano più da vicino.

1. *Sulla caduta in letargo.*

La possibilità perchè un animale letargico possa cadere in tale stato ci sta a significare, che questo si trovava in condizioni normalissime perchè, come si sa, avendo già visto ciò in un altro capitolo, non si ha letargo, se gli animali non si trovano in uno stato perfettamente normale, ovvero se non si raggiungono quelle date e determinate circostanze favorevoli all'inizio e allo sviluppo di questo fenomeno, e delle quali parleremo in seguito. Così pure gli animali letargici non entrano in questo stato, quando siano in istato di gravidanza; rimangono gravidi solamente durante la primavera, ossia appena usciti dallo stato di letargo. Anche verificandosi queste circostanze favorevoli, noi dobbiamo ritenere esatto quanto, sino da tempi remoti, fece osservare Reeve, che cioè, molti animali, i quali cadono in letargo nel loro paese non lo fanno portati in un altro, per esempio quelli che sono letargici nella Pensilvania, non cadono affatto in letargo nella Carolina, per cambiate condizioni esterne.

Czermack ha fatto delle bellissime osservazioni sulla caduta in letargo dei Ghiri. Alla fine di settembre, questi suoi letargici cominciavano a perdere la voglia di mangiare e la loro vivacità. Dormivano quasi tutto il giorno, però potevano essere risvegliati appena fossero leggermente toccati, ed allora lasciavano udire un fischio in doppio tono; ma questo stato, secondo Czermack, non era altro che un sonno ordinario, molto differente dallo stato di letargo. Alla sera gli animali si raggomitolavano tutti su sè stessi. Nel mattino del 14 settembre, due animali erano già raggomitolati; se venivano toccati, specialmente poi sui peli del muso, davano solo qualche piccolo fischio ed appena erano stati distesi dalla forma di palla che essi avevano preso, dopo pochi secondi ritornavano alla posizione primitiva. La temperatura degli animali al mattino era di 7°, 5 R. e verso mezzogiorno, quando gli animali si risvegliarono e presero un po' di nutrimento, era di 11° R.

Al 15 settembre, ad una temperatura di 7°, 2 R. al mattino, di 12°, 7 R. al mezzogiorno, Czermack non potè riscontrare nessuno stato letargico. Al 16 settembre, ad una temperatura di 8° R. al massimo e di 12°, 5 R. al mezzogiorno si ebbe un periodo di letargo, che durò sino verso le 12 $^1/_2$. Questo stesso tipo trigiornaliero di letargo con delle piccole variazioni, si verificò nuovamente in sette periodi, fino alla fine di settembre e la temperatura esterna nel frattempo non fece notare una grande influenza. Nei giorni seguenti si ebbe un tipo doppio trigiornaliero, in modo che in quei giorni nei quali i ghiri di Czermack antecedentemente rimasero liberi, il vero letargo durò in essi sino alle 10 del mattino, mentre negli altri giorni tipici il letargo si protrasse sino alle 2 e alle 3 pom. Questo tipo doppio trigiornaliero, che più tardi divenne anormale, durò sino verso il 15 di ottobre, nel qual giorno un animale, con una temperatura di 10° R. al mattino 12°, 8° R. al mezzogiorno e 9° R. la sera, passò ad un letargo continuo sino all'inizio di febbraio. Il secondo animale cadde in letargo alquanto più tardi e si risvegliò un po' prima.

Barkow, non potè notare questi periodi osservati da Czermack nei suoi letargici, quantunque avesse seguito, per esempio, dei ricci anche per nove anni; ad ogni modo però non esclude, che ciò possa avverarsi; solamente ritiene, che debbano farsi delle altre osservazioni per poter giungere a delle conclusioni più convincenti.

Per quanto riguarda il tempo che occorre per passare dallo stato di veglia a quello di letargo, Mangili vide nei moscardini « che si rannicchiavano e così nella maniera la più dolce e la più insensibile passavano in meno di 24 ore dal sonno ordinario al *letargo conservatore* ».

Per quanto riguarda la caduta in letargo dello spermofilo ci rimettiamo a quanto dice Horvath: Sei o dieci ore prima della caduta in letargo, questi animali si mostrano cattivi, non tranquilli e vogliosi di mangiare. In generale mentre stanno per cadere in letargo, i loro atti respiratori diventano sempre più rari. Il numero di questi, senza causa apparente, va diminuendo in un'animale rapidamente e regolarmente, mentre invece in un altro,

diminuisce molto di meno, la respirazione va diventando più debole (talvolta durante la discesa si hanno 1 o 2 innalzamenti) sino a che viene raggiunto il punto in cui gli animali danno tante respirazioni al minuto, come solo si può vedere nei letargici; non oltre a 10 respirazioni al minuto). Colla diminuzione della frequenza respiratoria diminuisce comunemente anche la temperatura dell'animale, perchè questa si avvicina a quella dell'ambiente. Gli spermofili, nel cadere in letargo, prendono una posizione a palla come nel sonno ordinario, perchè mettono il loro capo contro il ventre e fra le zampe posteriori portate in avanti e portano verso l'alto il dorso arrotondato.

All'inizio del letargo gli spermofili fanno dei movimenti, come se la loro posizione a palla non fosse abbastanza accentuata e volessero arrotondarsi di più. Col continuare però del letargo, questi movimenti cessano e danno luogo alla posizione definitiva a palla degli animali.

Non venne riscontrato, che un animale fosse caduto in letargo, in altra forma che non fosse quella sferica. Questa forma caratteristica è interessantissima per molte e molte ragioni, perchè si deve sapere, che quando lo spermofilo, che si trova già in letargo, ha casualmente perduto questa sua posizione, durante il continuare del suo stato letargico non può mai più riacquistarla. Se uno spermofilo in letargo si trova una volta poggiato di lato e più tardi in altra posizione a palla, si deve essere certi, che nel frattempo è avvenuto un risveglio e che l'animale nel cadere di nuovo in letargo ha preso questa nuova posizione. In questa maniera noi possiamo con tutta sicurezza scoprire se c'è stato un risveglio, al quale abbia tenuto appresso subito dopo una nuova caduta in letargo dell'animale: questa decisione spesso è necessaria, specialmente in quei casi nei quali agli animali si sarebbe ascritto un letargo doppiamente più lungo di quello che in realtà non sia stato. Horvath si servì molte volte di questo mezzo per poter scoprire, se vi fosse stato un risveglio dell'animale.

Horvath stabilì le leggi, perchè uno spermofilo possa cadere in letargo. Durante il periodo dell'entrata in letargo, e specialmente all'inizio di questo, gli animali sono molto

sensibili (questa loro ipersensibilità corrisponde a quella stessa sensibilità che si manifesta in noi e che talvolta ci fa sussultare mentre stiamo per addormentarci, per l'improvviso contatto delle lenzuola o di qualche altro corpo). Ad ogni piccolo toccamento che si faccia del corpo di questi animali (anche che solamente vengano toccati i peli) cominciano subito a saltare o per lo meno a muoversi. Gli animali, per cadere in letargo, hanno bisogno d'una determinata tranquillità. Secondo Horvath, il mezzo migliore e più semplice per conservare desti gli spermofili, sarebbe quello di disturbarli continuamente. Ed é appunto questo bisogno di pace, questo bisogno di tranquillità durante la caduta in letargo, che rende così difficile lo studiare da vicino questo periodo. Ad un animale che sta per entrare in letargo, basta prendere la temperatura del corpo, anche per una volta sola, perchè non cada subito in questo stato. Il prendere la temperatura é una cosa facilissima, quando l'animale è già in letargo, perchè esso non risente affatto dello stimolo che gli abbiamo apportato. Ben differentemente da come abbiamo detto, si comporta un animale quando si tenti d'introdurgli un termometro nel retto, nel periodo della caduta nello stato letargico, perchè si risveglia immediatamente. La sensibilità dello spermofilo che va cadendo in letargo è squisita, specialmente quando la temperatura del corpo varia fra 30°-22°; perchè in stadi più inoltrati del letargo, quando la temperatura dell'animale è già al disotto di 20°, si può prendere molte volte la sua temperatura rettale, oppure stimolarlo in altre maniere, senza che per questo abbia a risvegliarsi. Questi animali si comportano come quelli, che si trovano già in letargo profondo.

Uno spermofilo può cadere in letargo, anche che si trovi in compagnia di altri animali della sua specie, e anche quando questi siano svegli.

In questo caso però, la durata del letargo è molto minore, che non nel caso che si trovino completamente isolati e ciò dipende forse dalle continue molestie, che gli animali svegli vanno a portare su quelli letargici. La possibilità, quando sono in compagnia, della loro caduta in letargo sta a dimostrarci, che in tal caso ricevono degli

stimoli ai quali sono già abituati, oppure che l'animale sveglio si comporti in modo molto tranquillo rispetto al suo compagno, che va cadendo in letargo. Ciò viene a dimostrarci, che questo stato è un bisogno prepotente individuale, perchè altrimenti ambedue gli animali che si trovano insieme dovrebbero cadere in letargo contemporaneamente oppure restare desti.

Il cadere nello stato di letargo che fa un animale vicino ad un altro, che è in veglia e che ha per lo meno una temperatura di 32°, ci sta ad indicare, che lo spermofilo, il quale va cadendo in questo stato, possiede un grande potere di raffreddamento; ha una sorgente di calore vicina, quale è data dal suo compagno, ma può perdere tuttavia il proprio calore e può rimanere freddo per un lungo periodo di tempo.

Horvath, con moltissime esperienze fatte sugli spermofili, vide, che la bassa temperatura può essere uno dei fattori del letargo; però non sa spiegarsi, come essa possa influire su questo stato tutto speciale.

Il freddo nell'estate non é al caso di mandare animali in letargo; Horvath suppose, che ciò fosse possibile in primavera. In questa stagione però degli spermofili, che erano all'aperto ad una temperatura di 6°-5°, nessuno di questi cadde in letargo, quantunque per queste esperienze avesse preso degli animali, che si erano da poco tempo risvegliati.

I sei spermofili di Horvath furono posti per un periodo di quattro giorni all'aria aperta con una temperatura variante da 2° a 16°, conservatasi in media fra 4°-7°, eppure gli animali mai caddero in letargo. Questi animali, dice l'autore, fanno quasi l'impressione, come se una volta risvegliati dal letargo non vi possano più assolutamente ritornare. Non c'è alcun rapporto colla temperatura dell'atmosfera oppure con un altro fattore qualunque per quanto riguarda la durata di ogni singolo periodo di letargo, la durata di un risveglio e il susseguirsi di questi due stati, e ciò non solamente fra differenti spermofili, ma anche nello stesso animale in tempi differenti. Si credette, che uno dei fattori del letargo fosse lo stato di grassezza in cui si trovano gli animali. Dalle ricerche di

Horvath si vede, che lo spermofilo A che ebbe il letargo più lungo (68 giorni) era molto grasso al principio dal letargo, così anche lo spermofilo F, che ebbe il letargo più breve di tutti (11 giorni), durante tutto il tempo fu molto grasso. Si notò, che gli spermofili in generale diventano grassi in un breve periodo di tempo. Gli spermofili di Horvath erano tutti ben nutriti e grassi in autunno e sicuramente hanno cominciato il letargo non certo in stato di magrezza, ma Horvath ritiene, che se per iniziare il letargo, gli animali dovevano essere grassi, per proseguirlo non sarebbe stato necessario che fossero grassi, perchè molti animali magrissimi in primavera seguitarono a stare in letargo, mentre magari stava loro vicino un animale molto grasso, che era desto. Ritenendo quindi lui come cosa probabile, che il letargo degli animali al principio e alla metà dell'inverno sia la stessa cosa, sostiene debba ritenersi, che la riserva di grasso non è la causa del letargo, bensì, forse, il mezzo per mantenerlo.

Con queste splendide parole Dubois descrive una marmotta che va cadendo in letargo:

« Au moment où elle s'endort, la marmotte ressemble beaucoup à un homme cherchant à lutter avec énergie contre un invincible besoin de sommeil: la tête s'infléchit lentement; puis, subitement, le corps est agité par une secousse brusque qui fait redresser légèrement le museau: deux, trois ou quatre se succèdent et il y a un temps de repos. La tête s'incline de plus en plus entre les pattes de devant pendant les repos: un léger coup frappé sur la cage, ou l'action de souffler sur la tête, provoque alors une secousse brusque, comme si les réflexes médullaires étaient très exagérés, ainsi que cela a lieu dans l'empoisonnement par la strychnine.

En approchant tout d'un coup une lumière ou en frappant les mains l'une contre l'autre, on détermine également des soubresauts. Ceux qui se font spontanément deviennent de plus en plus rares, l'animal roulé en boule, tombe sur le côté et reste immobile ».

Sacc ha osservato per il primo, che l'animale inizia la sua caduta in letargo, cominciando dal treno posteriore e

finendo poi per la testa, mentre invece avverrebbe secondo lui tutto il contrario nel risveglio.

Secondo Dubois la stessa cosa si verificherebbe nel sonno provocato con gli anestetici generali (cloroformio, etere, ecc.).

Ecco, secondo Dubois, quanto si osserva nei primi giorni, quando la marmotta va passando in stato letargico: « Au commencement de l'hivernation, on observe pendant huit à quinze jours des oscillations quotidiennes de l'état d'activité et de la température interne, d'une amplitude progressivement croissante. Les phases de sommeil, d'abord plus courtes à celles-ci, puis de plus en plus longues: elles durent deux, trois, quatre jours, de telle sorte que, vers le quinzième jours, ou en voit qui continuent huit jours et plus. Au fur et à mesure que les périodes de sommeil s'allongent, la torpeur s'aggrave. Les réveils ne durent ordinairement que vingt-quatre heures et exceptionellement deux jours ».

Dubois osservò inoltre, che la marmotta impiega 4-5 ore per passare dallo stato di veglia a quello di letargo.

Dubois ritiene, che sia il tono muscolare, quello che determina l'atteggiamento delle marmotte letargiche a palla. Secondo lo stesso Dubois, l'attitudine speciale, che hanno gli animali durante il letargo, non è propria solamente di questi, perchè lo stesso fanno i gatti ed i cani: per diminuire la superficie di irradiamento, l'animale si poggia di lato prendendo la forma sferica, mentre talvolta vi sono animali letargici come il pipistrello, i quali si sospendono per una zampa tenendo la testa in basso.

Dutto parla di una marmotta, che cadde in letargo re pentinamente, senza causa palese (!): « Giaceva nella sua gabbia avvoltolata come una palla, e osservando attentamente, anche per cinque o sei minuti consecutivi, i peli delle regioni laterali del ventre, come consiglia Valentin, per scoprire i movimenti respiratori, non si riusciva di vedere neanche il più piccolo movimento dei medesimi. »

« La sua temperatura rettale era di 13°; la collocai sulla bilancia, la qual cosa si potè fare senza che essa nè si svegliasse, nè abbandonasse la sua forma rotondeggiante ».

Venendo poi a parlare delle tane delle marmotte e dei loro rapporti coll'esterno, soggiunge: « Per le ragioni

già nel mio precedente lavoro ricordate, che cioè le tane delle marmotte sono sufficientemente riparate dal freddo, essendo richiuse dal di dentro con del fieno e ricoperte per quasi tutta la durata del letargo, dalla neve, possiamo immaginarci che la temperatura rimanga in esse quasi costante, e che l' atmosfera delle tane sia sempre per il vapore acqueo espirato dal letargico, satura di vapore per quella data temperatura: onde, credo di non andar errato, affermando che anche dentro le tane delle marmotte, la linea di emissione del calore avrebbe, se si misurasse col calorimetro di D'Arsonval, durante il letargo, un valore zero. Soltanto quando le variazioni giornaliere di temperatura sono notevoli, e non sappiamo se ciò avvenga nelle tane naturali delle marmotte, le cose cambiano di aspetto, come avremo agio di conoscere più tardi. »

Conferma la descrizione di Dubois della lotta che fa la marmotta contro il sonno, mentre sta per cadere in letargo. « Lotta ed è irrequieta per qualche minuto, si scuote con le membra e col muso, ma poi cade in letargo. »

Per quanto riguarda la caduta in letargo io, da parte mia, non ho potuto constatare, nei letargici da me tenuti in osservazione, quel periodismo del quale così bene parla Czermack ed al quale ho accennato sopra.

In tutti i letargici poi, sui quali ho compiute le mie osservazioni, ho potuto constatare una spiccatissima ipersensibilità, specialmente poi quando la temperatura va scendendo fra 30° e 20°. Se in questo stato si vadano a toccare i peli di questi animali, sussultano immediatamente, ma dove la sensibilità è veramente squisita si è sui peli tattili, che si ritrovano sul muso. In questi, basta il minimo toccamento, perchè l'animale scuota immediatamente la testa e si risvegli, oppure, se il risveglio non avviene, la reazione è sempre molto forte. Vivissimo è anche il riflesso corneale durante questo periodo in tutti i letargici, nessuno escluso. Nelle marmotte, che cadevano in letargo, pensai anche di vedere, come si comportava il riflesso del ginocchio; ebbene, anche questo fu riscontrato da me sempre molto vivo. Mentre si andavano facendo queste ricerche, si prendeva contemporaneamente la temperatura nella bocca, quasi sempre, e si vedeva che que-

sti fenomeni erano molto più spiccati e temperature che variavano fra 30° e 20°. Tutti gli animali che iniziavano il loro letargo nella prigionia erano molto grassi; questo deposito di grasso sarebbe quindi un mezzo, perchè gli animali possano iniziare e proseguire bene lo stato di letargo. Non mi fermo a descrivere partitamente i fenomeni presentati da un animale, che era caduto in letargo ed in genere si può dire, che tutti questi animali (marmotte, ricci, moscardini, ghiri, pipistrelli) impiegano delle 4 alle 5 ore per passare dallo stato di veglia a quello di letargo. In genere, un fatto costantemente da me osservato si è, che più gli animali sono piccoli e più presto cadono in questo stato: occorre insomma più tempo ad una marmotta che ad un riccio, più a questo che ad un moscardino, ad un ghiro, e ad un pipistrello.

Ed io non posso che confermare, quanto era già stato osservato diligentemente da Sace e da Dubois, che cioè l'inizio del letargo si avvera sempre dal treno posteriore.

2. *Stato di letargo.*

Lo stato di letargo è caratterizzato sempre dai periodi di letargo vero e proprio e di risveglio spontaneo, che si hanno dall'ottobre sino ai primi di maggio. In questo capitolo io non mi addentrerò a parlare sulle cause di questo avvicendarsi di stato letargico e di risveglio, perchè ne parlerò più partitamente nei capitoli seguenti, quando entrerò a trattare più specificamente di questi argomenti. Qui mi limiterò a descrivere, quanto presentano gli animali nel cadere in letargo oppure nel risvegliarsi. E per far ciò mi servirò di quanto è stato visto dai miei illustri predecessori, che si occuparono dell'argomento, perchè sono stati talmente precisi nella descrizione, che io non saprei chiarire le particolarità di questi stati, meglio di quello che abbiano fatto loro.

La differenza, che passa fra un mammifero in istato di letargo ed uno che si trova nel sonno ordinario, si è che in uno dormiente, specialmente la funzione cerebrale è diminuita, mentre in uno in letargo tutte le funzioni sono diminuite ed in una maniera tale, che un animale in le-

targo spesso difficilmente si distingue da un animale morto; ma su questo argomento ritornerò più particolarmente, quando tratterò delle differenze, che passano fra sonno e letargo.

Lo stato di letargo è caratterizzato da questi segni secondo Saissy:

1. « Ces animaux restent pelotonnés; ils ne marchent plus; la Chauve souris perd la faculté de voler.

2. Leurs yeux sont fermés:

3. La respiration est faible, peu fréquente, même nulle dans la profonde léthargie:

4. La circulation est dans le même cas:

5. Enfin ces animaux sont froids au toucher ».

Saissy nel suo lavoro sulla fisica degli animali letargici, notando la configurazione raggomitolata delle marmotte in letargo aveva detto dipender ciò da un'attività dei muscoli flessori soverchiante quella degli estensori.

Questa, difatti è una delle conclusioni alle quali giunge Saissy: « Un phénomène assez singulier parmi ceux qui caractérisent l'engourdissement, c'est que les muscles fléchisseurs l'emportent sur les extenseurs quoique ces animaux soient dans un état de mort apparente ».

Mangili sosteneva, che una delle cause del letargo fosse il freddo; però osservò, *che il letargo conservatore non e indotto da qualunque grado di freddo.*

Crescendo questo, il letargo si rende sempre più profondo, però, *giunto ad un determinato limite, da ultimo, per l'eccessivo freddo, termina colla gangrena e colla morte.*

Con queste belle parole egli accenna al passaggio dal *letargo conservatore* al *letargo mortifero.*

« Di più, egli è da notarsi ancora, che questo sonno, foriero del letargo mortifero, potrebbe essere in parte indotto eziandio dall'esaurimento della facoltà che compete all'animale di produrre il calore necessario alla vita. Noi veggiamo infatti, che l'animale si sforza quanto può con respirazioni frequenti ed affannose a creare il calore necessario alla sua vita, finchè, esaurita questa facoltà per un dispendio soverchio di forze vitali, nell'animale indebolito prevale l'azione deprimente del freddo, le sue

respirazioni diventano più languide e rare, finchè da ultimo cessano del tutto, e muore ».

Mangili narra, che fece perire un moscardino in *letargo mortifero* in meno di 20 minuti, per un *freddo indotto* a — 20° R.

Con queste splendide parole Mangili descrive una marmotta nello stato di letargo:

« Ed un celebre naturalista del passato secolo in tal maniera si esprime su questi punti: Cominciando in esse l'indormentamento questo segno (della respirazione) diventa minore ed ove passato sia in vero letargo, egli è nullo. Allora la marmotta tiene chiusi gli occhi, non è più distesa, fa arco del proprio corpo, accostando il muso all'estremità del ventre ed in tal positura giace immobilmente. Dove prima la sentivamo calda, adesso è divenuta fredda, la bocca è strettamente chiusa, i denti come inchiodati. Si può rotolare tra le mani, gettarla in alto, malmenarla, senza che dia il menomo indizio di vita. A dir tutto in una parola, ella è una vera immagine della morte. Lo stesso autore sostiene, che un freddo più intenso giovi, anzichè a risvegliare le nostre marmotte, a rendere invece il loro sonno letargico più assai profondo ».

Mangili dà questa bellissima descrizione delle marmotte in pieno letargo: « Al primo vedere queste due marmotte sarebbero parse infatti ad un occhio meno attento una vera immagine della morte, giacchè erano ripiegate in arco col muso a contatto del podice, con gli occhi chiusi, coi denti inchiodati e prese fra le mani si sentivano fredde. Ma ritoccandole, pungendole, malmenandole in più maniere, davano segni non equivoci di movimenti irritativi, e qualche rarissima volta mi accadde pur anche di osservare una tenue dilatazione o successivo restringimento nei fianchi, o sia un qualche segno di languidissima respirazione. »

Ed in un altro punto soggiunge: « L'altra marmotta, collocata sotto la campana, prese, ancorchè letargica, sulla picciola sua culla la posizione la più conveniente per meglio guarentirsi dal freddo; perocchè, oltre l'essere tutta rappallottata, posava immediatamente colla parte inferiore sul fieno della culla. »

E per quanto riguarda la posizione del moscardino in letargo, così la descrive: « Anch'esso a prima vista essendo tutto aggomitolato col muso a contatto del podice, con gli occhi chiusi, con i denti inchiodati ecc., pareva una vera immagine della morte. » Il moscardino si rannicchiava in circolo ravvolgendo la sua coda sopra la testa. E in altro punto: « Poichè in tutto questo lunghissimo tratto il dispendio delle forze vitali deve credersi piccolissimo, come risulta dalle molteplici mie esperienze, non respirando, a cagione d'esempio, una marmotta in 6 mesi che 71.000 volte circa, e di una respirazione assai lenta, dove nella buona stagione, nel solo spazio di 2 giorni, una marmotta respira almeno 72.000 volte. »

Mangili, per quanto riguarda la posizione in letargo, del riccio, dice: « Il riccio in stato di letargo posava quasi sempre sul fianco destro ». Al contrario i ricci di Barkow posavano indifferentemente sui due lati. Mangili dice anche, che la marmotta, tutta rappallottata, posava immediatamente colla parte inferiore sul fieno della culla.

Mangili parla eziandio delle differenti posizioni degli animali letargici, secondo la temperatura esterna.

Ad una temperatura di 15°-16° R. collocò un ghiro in un vaso, ed in tale stato di schiavitù cadde in letargo: « e dove nell'inverno stavasi tutto aggomitolato e nella posizione la più acconcia a conservarsi certo grado di calore, nella buona stagione invece si distese supino sul fondo del vaso, presentando all'aria libera la parte inferiore del suo corpo; il che osservai per più giorni di seguito; solo sdrucciolava di tanto in tanto lentamente in giro, forse per godere di una più fresca temperatura. Dirò ancora che in tale stato gl'intervalli di quiete tra l'una serie e l'altra di moti di respirazione erano assai minori; ma poi più poche in proporzione erano altresì le successive inspirazioni ed espirazioni ».

Tutti i pipistrelli, che Hall ebbe a sua disposizione e dei quali si servì per le sue ricerche, venivano da contrade lontanissime. In questi pipistrelli, quando si trovavano nello stato di letargo, il rumore proveniente dal movimento delle carrozze era capace di portare a periodi di risveglio. Alcuni di questi animali, durante i risvegli,

svolazzarono per poco, poi ricaddero di nuovo nello stato letargico, ma, forse in conseguenza dei disturbi cagionati da questi continui risvegli, morirono dopo breve tempo.

È una legge generale, ritiene Hall, che vale per tutti gli animali letargici, quella che adottino varie misure per difendersi dalle frequenti sorgenti di disturbo e di eccitamento. Perciò si rintanano nelle caverne, nei burroni, ecc., a riparo dai rapidi cambiamenti del tempo e delle stagioni. Alcuni di questi animali vivono solitari, mentre altri vivono in società. Il ghiro ed il riccio si ravvolgono a forma di palla. La comune nottola si sospende per le zampe posteriori e rimane con la testa in basso, generalmente in qualche buco; la nottola a ferro di cavallo invece, giace tutta rannicchiata, in modo che viene ad essere maggiormente protetta.

Tutte queste circostanze servono naturalmente, secondo Hall, a conservare questi animali più che è possibile nello stato di letargo.

Reeve ha osservato, che esistono dei periodi durante i quali le marmotte possono alternativamente mangiare, oppure stare in vero letargo. Osservò, che i ghiri ed i ricci si risvegliano spesso per nutrirsi e ricadono poi in letargo. Se le marmotte vengono risvegliate troppo di frequente, trasportandole anche da una camera fredda ad una calda, finiscono per morire.

Secondo Prunelle, verso la fine dell'inverno, i periodi letargici divengono sempre più brevi; specialmente nelle piccole marmotte e tutte dimagriscono moltissimo. Secondo questo stesso autore, i pipistrelli poggiano il capo contro il petto ed hanno la forma di una palla; ritiene, che l'osservazione, che si ravvolgano nelle loro ali, si basa sul fatto che la coda con la sua membrana viene ad essere portata contro l'addome. I pipistrelli poi, come si sa, ravvolgono insieme le loro ali, raggruppano le loro estremità contro l'addome e si appendono poi ad una parete per mezzo di una delle unghie dei loro piedi. Tiedemann osservò in una marmotta, che ricevette nel novembre da Salzburg, che la coda ricopriva completamente il muso. Secondo Sulzer, nel criceto, le zampe posteriori vanno ad accostarsi contro il muso.

La posizione della marmotta in profondissimo letargo, secondo le osservazioni di Valentin, è questa: « Il muso è affondato quasi entro le pareti del petto e dell'addome, in maniera tale che le ragioni glutee sono sempre accessibili allo sperimentatore e sollevando l'estremità della coda, si riesce senza difficoltà ad introdurre il termometro nel retto ». Secondo Valentin, le marmotte mangiano qualche volta durante il periodo di letargo, nei primi giorni, e si riaddormentano dopo, non tutte però, per ricadervi poi, se la temperatura è inferiore a 6°. La pressione barometrica non ha influenza, ciò che era da prevedere, perchè esse vengono dalle alte montagne e sono in letargo a livello del mare. Con l'aria rarefatta, si ottengono sperimentalmente due effetti distinti. Se l'aria è rarefatta rapidamente, si ha dell'agitazione all'inizio, anche ad una depressione inferiore a quella in cui abitano le marmotte allo stato naturale, poi, pompando più lentamente, esse divengono più calme sino al momento in cui l'assorbimento dell'ossigeno non è più sufficiente; esse si agitano allora nuovamente.

Valentin ha potuto comprimerle a 2, 3, anche a 4 atmosfere senza provocare disturbi del letargo. Il vento prodotto da un soffietto invece le risveglia.

Il letargo può continuarsi con le più grandi pressioni o le più grandi depressioni, come può avvenire allo stato naturale negli abissi e nelle montagne, dove si trovano. In un vaso chiuso, la soffocazione arriva senza risveglio preliminare. La calma del mezzo ambiente è una necessità, perchè il letargo si inizi e si continui. L'animale si mette sotto forma di palla nel letargo profondo, ha la coda in avanti, le palpebre chiuse, la pupilla regolarmente dilatata, le mascelle serrate, nessun movimento è visibile.

Durante il letargo non molto profondo si può mantenere la marmotta mezza distesa, perchè essa è allora meno fortemente curvata, e se viene sollevata per il collo, si stende un po'. È come ebbra, si rotola cogli occhi chiusi e fa dei movimenti lenti; può allora anche cadere dalla tavola, sulla quale è stata posta senza ridestarsi.

Valentin nota, che si possono fare delle eccitazioni senza provocare il risveglio immediato.

La luce del sole, penetrando nell'occhio, anche coll'aiuto d'una lente convessa, non le risveglia; così pure un colpo di pistola. Se un secondo colpo è appena tirato, l'animale si rimuove e si riaddormenta immediatamente, ma si ha allora una serie di respirazioni visibili, che si seguono per lungo tempo. L'ammoniaca avvicinata al naso le risveglia rapidamente; l'essenza di trementina agisce meno presto. Le eccitazioni della mucosa rettale, vaginale e della retrobocca possono provocare il risveglio.

I ricci hanno il letargo più leggero: il rumore determinato dalle respirazioni sonore, proprie di questi animali, è sufficiente a risvegliarli. I periodi di letargo sono più brevi all'inizio e alla fine di questo.

Le marmotte si risvegliano di quando in quando per urinare e defecare.

Alcuni animali, pesati ogni giorno, ebbero un mese di letargo continuo; non è che eccezionalmente, che Valentin ha osservato una durata di due mesi di letargo continuo.

Secondo Quincke il prendere la temperatura nelle marmotte disturba il letargo, perciò ritiene lui che non bisogna fare molte di queste ricerche sopra lo stesso animale.

Secondo lo stesso autore sarebbero queste le caratteristiche della marmotta in letargo:

1. La bassa temperatura.
2. La posizione caratteristica a forma di palla.
3. La mancanza o lentezza nei movimenti.
4. La piccolezza della reazione agli stimoli esterni.

La posizione caratteristica a palla dipende secondo Quincke nelle marmotte da un tono permanente muscolare di tanto più grande di quanto più profondo è il letargo; questa posizione, se viene ad essere variata passivamente, è poi subito ripresa, al contrario di quanto Horvath osservò negli spermofili.

Quincke riteneva anche, che un'altra funzione da ascrivere al sistema nervoso centrale si è quella di ritrovare in questo il centro per la posizione caratteristica di tutto il corpo nel letargo; questo centro, secondo lui, dovrebbe essere situato nel cervello, perchè, dopo separato con un taglio il midollo spinale dal cervello, i muscoli si rilasciano e la parte del corpo che è inferiore al taglio, ab-

bandona la posizione caratteristica del letargo, l'animale, quindi, non mantiene più la sua posizione a palla.

Questo centro, per analogia con altri studi da me eseguiti, deve risiedere nei corpi bigemini e nel ponte.

Horvath studiò anche le differenze dello stato di letargo in vari animali facendo delle osservazioni sui seguenti letargici:

Spermophylus	citillus.
id.	guttatus.
id.	brevicauda.
Myoxus	drias
Arctomys	bobac.
Myoxus	glis
Cricetus	frumentarius

Horvath da queste sue osservazioni ritiene, che non si possano tirare delle conclusioni generali sul letargo di questi animali e su tutti i letargici in generale.

Anzi, più si confrontano questi risultati e più si vede, quanto sono differenti fra loro. Molti di questi animali hanno caratteri, che contrastano con tutte le regole che governano il letargo, in alcuni mancano, in altri sono in senso assolutamente contrario:

A. La chiusura completa degli occhi in letargo, che si ha sempre nello spermofilo, manca nel Myoxus Drias.

B. La mancanza di grida nel letargo è regola generale nei letargici, eppure il criceto dà talvolta un grido che richiama il grido di questi animali, quando sono irritati.

C. Riguardo al vitto, bisogna essere cauti nello escluderlo in tutti i letargici; può essere, che vi sia un animale, che mangi durante il periodo letargico e che non sia regola generale quella con la quale si ritiene, che il letargo sia sempre unito alla astinenza completa.

Horvath vide, studiando gli spermofili, che vanno cadendo in letargo e che vanno risvegliandosi, che in alcuni le respirazioni diminuiscono di frequenza, mentre invece in altri crescono. Bisogna quindi, ben distinguere, come egli dice, tre stadi per quanto riguarda, sia la respirazione, come anche la temperatura dell'animale che va in letargo, dell'animale che si risveglia e dell'animale in pieno letargo. Le ricerche fatte da Horvath in que-

sto ultimo stadio furono fatte sempre in animali, che almeno da sei ore si trovarono in stato di veglia e di letargo. Questo stato di pieno letargo, Horvath lo caratterizza col fatto, che l'animale non deve fare più di 10 respirazioni al minuto. Lo stato di letargo dura nello spermofilo non continuamente tutto l'inverno, bensì viene sempre frammischiato da periodi di veglia. Lo stato di riposo e di veglia si susseguono molto differentemente l'uno all'altro; quando in uno spermofilo all'inizio del letargo si susseguirono regolarmente questi due periodi, più tardi non si potè assolutamente vedere questa regolarità. Mentre spesso fra due giorni di letargo l'animale rimase 30 giorni sveglio, più tardi nello stesso animale i periodi di letargo furono divisi da un sol giorno di veglia. In altri animali poi, avvenne il contrario, perchè la veglia, all'inizio dell'inverno, durò più breve tempo che verso la fine di questo. Gli spermofili, durante tutto il periodo di letargo, sono restati completamente in tale stato 1, 2 ed anche più giorni; in nessuno di questi animali fu potuto notare un letargo, che durasse interamente più di 5 giorni, quantunque gli animali non venissero stimolati e che la temperatura ambiente si fosse conservata su per giù uguale.

Il periodo di risveglio che durante il letargo può durare anche più di 30 giorni, può essere anche di brevissima durata, talvolta di poche ore.

Horvath studiò anche l'influenza dei raggi solari sugli spermofili in letargo. Sopra uno spermofilo caddero raggi solari, e quantunque fosse la temperatura ambiente di 9° e solo per pochi minuti di 13°, pure si risvegliò subito e raggiunse la temperatura normale del suo corpo, in ore 1,30 andò da 7°,6 a 35°. Un Myoxus dryas, colpito dai raggi solari, in 35' andò da 12° a 27°: la temperatura esterna era di 10° solamente.

Horvath osservò inoltre, che gli spermofili in letargo sono sensibili alle minime differenze di pressione atmosferica, una piccola diminuzione di questa apportata rapidamente, dà immediatamente un aumento (2-4 volte maggiore) del numero delle respirazioni, il quale numero ritorna immediatamente allo stato normale, non appena la pressione sia ritornata al grado ordinario. Horvath non

studiò l'influenza dell'aumento della pressione sopra gli spermofili in letargo. Altri ricercatori notarono, che lo stimolo elettrico ha una grande influenza sui letargici, perchè vengono ad essere subito risvegliati.

Horvath trovò, che con una corrente indotta di differente intensità, si ebbero delle contrazioni muscolari, ma il rapido risveglio non si ebbe mai, come non si può avere con mezzo alcuno. Di quattro spermofili eccitati elettricamente e da poco addormentati, due seguitarono a dormire per tre giorni ancora e due si risvegliarono; il il loro risveglio conservò il carattere di un risveglio comune.

Dai vari autori che si occuparono del letargo io compresi subito dunque, che di questo se ne potevano distinguere vari stadi.

Il Saissy per esempio così descrive il letargo mediocre:

« Nous entendons par engourdissement médiocre, l'état de torpeur dans lequel la respiration n'est pas tout-à-fait suspendue ».

Anche gli altri osservatori parlano di un *letargo profondo* e di un *letargo leggero*. Lo stato di pieno letargo sarebbe caratterizzato secondo Horvath, come abbiamo visto, da che l'animale non deve compiere più di 10 respirazioni al minuto.

Secondo Valentin, la marmotta, prima d'arrivare allo stato di risveglio completo passa per diversi stati, che egli ha diviso in quattro periodi:

1. stato di letargo completamente profondo, 2. stato di ebbrezza, 3. stato di letargo leggero, 4. stato di semi-risveglio.

Queste sono le parole colle quali si esprime Valentin:

« Wir wollen uns die Gesammtsumme der hier dargestellten Beobachtungen in vier Hauptkategorien eintheilen. Die erste umfasst den wachen bis halbwachen, die zweite den schlaftrunkenen Zustand, die dritte den leisen, und die vierte den festen Winterschlaf ».

Dubois invece, distingue tre periodi solamente:

« 1. État de torpeur; 2. état de demi — réveil, comprenant l'ivresse et le sommeil léger de Valentin; 3. réveil ».

Quando le marmotte si risvegliano e sono completamente deste, hanno luogo emissioni di urina ed evacuazioni di feci, talvolta ambedue insieme e, quando c'è mancanza di una, manca sempre quella degli escrementi.

Secondo Horvath, lo stato di ebbrezza e quello di semi risveglio si ritrovano, oltrechè nella marmotta, anche nello spermofilo; in questo periodo appunto, si avrebbero delle specie di scosse e di tentennamenti del capo e di tutto il corpo, movimenti che per il tipo che presentano, rammentano lo stato di un ubriaco, dalla vista del quale, forse, Valentin prese queste denominazioni. Sono parole però, che non devono essere adoperate, perchè non hanno un significato preciso, quando non sappiamo nemmeno, cosa dobbiamo intendere per letargo leggiero e forte. Senza dubbio, queste scosse e questi tremiti del corpo dell'animale, sono fenomeni, che accompagnano sempre il risveglio dei letargici e solo qualche volta la caduta in letargo di questi. In parte abbiamo visto e si vedrà poi in seguito, quale ufficio abbiano questi tremiti e queste scosse negli animali letargici.

Dubois, venendo a parlare della possibile influenza, che spiegano gli agenti cosmici sui periodi di letargo e di risveglio osserva, che questi periodi non sono influenzati in una maniera sensibile da questi agenti: stato elettrico dell'aria, perturbazioni magnetiche del suolo, variazioni della pressione atmosferica e dello stato igrometrico dell'aria. Succede spesso, che a condizioni cosmiche pari (abbassamento od elevamento della temperatura esterna specialmente al principio e alla fine del letargo) non tutte le marmotte si risveglino e ricadano in letargo, contemporaneamente la depressione barometrica non ha influenza alcuna, se si mantiene dentro certi limiti, ma una brusca depressione barometrica può produrre un inizio di risveglio automatico, il quale si continua, se la pressione normale è ristabilita a tempo, lasciando entrare dell'aria nella campana, dove era la marmotta. È probabile, sostiene Dubois, che in queste condizioni gli scambi respiratori siano modificati e che il sangue perda il suo eccesso di CO_2. Risultati analoghi ha ottenuti Delsaux nei pipistrelli.

Valentin ha preteso di sostenere, che in una atmosfera

molto secca il letargo diveniva più leggero e che il contrario avveniva in un' atmosfera carica di umidità.

Dubois non ha potuto confermare sperimentalmente questa osservazione, ma ritiene, che non abbia un'influenza molto marcata sulla durata dei periodi di letargo.

Si può produrre, secondo Dubois, la morte della marmotta in letargo, quando si produca la deacquificazione dell' animale producendovi delle fistole (stomacale vescicale, intestinale). Noè parla poi d' un *reflexe auditif*, a seconda del quale si potrebbero distinguere due stati di letargo.

« p. 246 — L' hibernation ralentit l' accroissement de la toxicité urinaire, mais beaucoup moins que la perte pondérale. Son influence est d'ailleurs soumise à des degrès suivant que l' animal est en état de simple torpeur ou de sommeil complet. La conservation ou la suppression du réflexe auditif nous a permis de distinguer ces deux états ».

Ed in un altro punto soggiunge: « Il n'a pas subi (il riccio) le sommeil complet, qui abolit le *reflexe auditif*, et a pu par conséquent absorber la viande qu' on lui donnait ». Non dice però, in nessun punto della sua monografia come fece ad ottenere questo *reflexe auditif* e come si fosse esplicato. Perciò, non possiamo farci un concetto esatto, di quanto l'autore voglia esprimere con ciò.

Come siamo andati vedendo, mano mano che abbiamo studiato le diverse parti di questo capitolo, la posizione caratteristica, che prendono tutti gli animali letargici è quella a palla; abbiamo anche accennato, che questa posizione viene presa anche da molti e molti animali (che non sono letargici), mentre stanno nel sonno ordinario. In ambedue i casi però dobbiamo ritenere, che gli animali prendono questa posizione di riposo, anche perchè il loro corpo abbia la minore irradiazione possibile.

Di tutti gli animali letargici, quello che non prende la forma di palla è il pipistrello, il quale abbiamo visto, come si appenda per una delle unghie dei piedi durante il periodo della caduta in letargo, però, se noi andiamo ad esaminare bene un pipistrello letargico, vediamo che sta col capo completamente ritirato, le ali sono addossate

al corpo e ricopre l'addome colla membrana caudale, quindi, anche quest'animale, se non può rimanere in letargo sotto forma di palla, per impedimento meccanico, perchè gli sarebbe impossibile ripiegare le ali, purtuttavia si ritira su sè stesso e si raggomitola il più che gli è possibile per impedire la dispersione del calore.

Al pari di altri autori, ma specialmente di Quincke, io aveva osservato, che tagliando il midollo spinale al disotto del bulbo in una marmotta letargica, questa non ritornava più alla posizione raggomitolata nella quale si trovava prima del taglio, e pensai che sarebbe stata cosa molto interessante il poter localizzare nel cervello un centro che, soprassedesse e facesse mantenere l'animale in questa caratteristica posizione. Dopo vari tentativi di lesione fatti nel tronco cerebrale di marmotte letargiche potei arrirare a scoprire, che andando a ledere con uno specillo (dopo aver fatto una breccia nell'osso occipitale) quella regione situata fra i corpi bigemini ed il ponte, l'animale non riprendeva più assolutamente quella forma caratteristica raggomitolata a palla. Noi, quindi, in base a queste esperienze, che ebbero risultati costanti in quattro marmotte sulle quali riuscirono completamente, siamo condotti a ritenere, che nel ponte esiste un centro per mantenere gli animali letargici nella caratteristica posizione, che prendono durante il letargo. Eseguite esperienze analoghe sui pipistrelli letargici, in questi animali io ebbi la conferma, di quanto avevo visto nelle marmotte. Difatti, appena si vada a fare in questi animali una lesione del ponte, questi, pur rimanendo in letargo, aprono le ali, allungano il capo, estendono la membrana caudale, sono incapaci insomma, di riprendere quella posizione tutta speciale che caratterizza il periodo del loro letargo.

Altre esperienze di tal genere, eseguite nei gatti e nei cani, andando a fare delle lesioni nella regione pontina e in quella sottostante ai corpi bigemini, i cui risultati presto renderò di pubblica ragione, fanno sì che questi animali, anche sopravvivendo lungo tempo alla lesione portata in queste regioni, sono assolutamente incapaci a riprendere quella caratteristica posizione curvata della colonna vertebrale e raggomitolata di tutto il corpo, e che

prendono, quando dormono o sono nello stato di riposo. Questi animali, quando abbiano subito una lesione in tali regioni cerebrali, rimangono continuamente distesi con i quattro arti; io credo, quindi, che esiste una stretta analogia, da questo lato, fra animali letargici e non letargici.

Durante il profondo letargo nella marmotta, nel riccio e nel ghiro, il riflesso corneale è completamente abolito e se alcuni autori erroneamente ritennero, che fosse mantenuto, ciò deve ascriversi al fatto, che il risultato dell'esperienza in questo caso non fu bene compreso. Difatti, se ad uno di questi letargici si vanno ad aprire le palpebre e successivamente a toccare con un dito la cornea, si ha una chiusura repentina delle palpebre, però si deve osservare che questa chiusura è assolutamente passiva e non dipende da alcun atto riflesso, perchè, anche che non si tocchi la cornea, le palpebre si richiudono passivamente da loro stesse. Completamente abolito è il riflesso del ginocchio, anche che si diano dei colpi molto forti in questa regione. La pupilla rimane molto dilatata ed anche che si faccia sottostare all'azione della luce, rimane assolutamente immobile. L'ammoniaca posta vicino al naso determina quasi immediatamente un risveglio. Nei ricci non ho potuto costatare quanto era stato osservato da Valentin, che cioè il rumore delle proprie respirazioni determini qualche volta il risveglio.

Come si sa, dalle osservazioni fatte dai vari autori, gli animali letargici non si trovano continuamente in questo stato, ma presentano di quando in quando dei risvegli, e di questo parleremo nel paragrafo seguente, quando tratteremo del risveglio.

Tutti i letargici sono sensibilissimi alle correnti elettriche, anche minime ed in qualunque parte del corpo vengano applicate, naturalmente se vengono eccitate le mucose boccale, vaginale, uretrale, anale, l'animale letargico ne risente maggiormente l'influenza e si risveglia molto più facilmente, di quando vengano applicate sopra altre parti del corpo.

Dobbiamo ritenere, che nel letargo profondo si ha la mancanza o la debolezza dei movimenti riflessi, eppure questa caratteristica può servire più o meno prontamente, a ca-

gionare il risveglio dell'animale. Si sa difatti, che aumentando in via riflessa i movimenti respiratori, o prendendo la temperatura dell'animale, oppure stimolandolo in una maniera qualunque, si arriva a risvegliarlo dal suo letargo. D'altro lato però sappiamo, che gli animali non si risvegliano, se si toccano le loro palpebre, oppure si stira una zampa; tutti stimoli che in condizioni normali producono sempre dei grandi movimenti riflessi, ovvero, se si lascia cadere l'animale da una determinata altezza, anche di un metro. I letargici continuano a restare nel loro stato d'immobilità come se questi stimoli non li riguardassero. Bisogna pensare quindi, che questi animali, durante il letargo, abbiano una sensazione tutta speciale, che si allontana assolutamente dalle cognizioni, che abbiamo in proposito. Occorre anche pensare, che il risvegliarsi e il cadere in letargo, non si possono nettamente scindere dal letargo vero e proprio, e l'una cosa è legata coll'altra. Siccome poi gli animali nella caduta in letargo e nel risveglio, anche trovandosi ad occhi chiusi, mangiano quanto é alla loro portata, dobbiamo ritenere, che in questo speciale stato in cui vanno a trovarsi, sia ancora eccitabile in essi l'organo dell'odorato e del gusto. È impossibile distinguere nei vari animali letargici dei gradi differenti di letargo, cioè se profondo o leggero. In genere dobbiamo ritenere, che per quanto riguarda la profondità del letargo le marmotte sono quelle, che lo presentano più profondo, almeno per quanto concerne la reazione agli stimoli che vengono portati sopra di queste; poi finalmente, abbiamo i ricci, i moscardini e i pipistrelli. In linea generale possiamo concludere, che più l'animale è piccolo e più questo presenta un letargo superficiale.

3. *Risveglio.*

Saissy crede, che il freddo è la causa del risveglio.

Narra che essendo al 31 gennaio 1807 la temperatura esterna di + 1°, 25, quella di un riccio in profondo letargo era di 3°, 50. Messo il riccio in un bocale di vetro, con miscuglio frigorifero attorno, si risvegliò subito, ma bastarono 3 ore per ripiombarlo in un letargo profondo. Lo rimise di nuovo nel miscuglio frigorifero, ed appena

il riccio raggiunse la temperatura del corpo di 0°, quantunque fosse stato portato immediatamente ad una temperatura di + 12°, l'animale morì.

Saissy ha alternativamente risvegliato e lasciato cadere in letargo dei moscardini e dei ricci, in qualunque stato si trovasse il loro letargo, sia riguardo alla profondità, alla respirazione e alla circolazione. Gli animali riprendevano momentaneamente la loro attività e la temperatura montava al suo massimo nello spazio di qualche ora. Non si capisce come (soggiunge Saissy), Blumenbach dica « un animaux une fois livrés à ce sommeil (l'engourdissement) on ne peut, sans danger pour leur vie, les en retirer avant le temps où il doit finir ». Riguardo poi al tempo occorrente ai letargici per riprendere la loro temperatura normale, secondo Saissy, alla marmotta occorrono da 8 a 9 ore, al riccio da 5 a 6, al pipistrello da 3 a 4, mentre al moscardino bastano 2 ore, perchè ricuperi il massimo della sua temperatura.

Per spiegare l'influenza degli agenti atmosferici sul letargo Mangili nota, come il 3 gennaio 1806 « a temperatura più bassa, ad atmosfera nebulosa e con vento gagliardissimo si destarono dal loro letargo un ghiro ed un moscardino. »

Mangili studiò anche l'influenza della temperatura sul letargo. Scostò un libro che si trovava addossato al suo ghiro e, sicuramente, « introdottasi nel nicchio un'aria meno calda, ha potuto più facilmente risentire l'impressione del freddo e quindi risvegliarsi ».

Non meno interessanti sono le osservazioni fatte da Mangili, sopra il risveglio di vari animali letargici, da lui osservati, e sopra le varie influenze che determinano questo risveglio.

Per quanto riguarda l'influenza della temperatura esterna sul letargo, Mangili mise la Marmotta 2 con una temperatura esterna di + 4° R. sul davanzale della finestra. Poco dopo cominciò a divincolarsi e a dare segno di sofferenze, e rimarcò in essa qualche leggero indizio di respirazione e temendo che un freddo più intenso la svegliasse del tutto, dopo un'ora la rimise nel suo nido, senza però conseguirne l'intento, perchè seguitò ivi a dar segni non equivoci di frequenti inspirazioni ed espira-

zioni. Infatti dopo due ore la trovò quasi completamente svegliata non molto allontanata dal posto dove si trovava. Dopo qualche giorno ridiventò letargica, un freddo piuttosto intenso la svegliò di nuovo, ma portata ad una temperatura di circa + 7° passò per la quarta volta dalla veglia ad un profondo letargo.

Mise un'altra marmotta in una scodella sul davanzale della finestra. Per un certo tempo, dava dei segni rarissimi di respirazione, « riveduta però dopo un'ora circa, mi accorsi che le sue ispirazioni ed espirazioni erano divenute frequenti a segno che *parerα piuttosto dormiente che letargica* (notisi la distinzione che fa Mangili fra sonno e letargo) talmente che, la temperatura esterna di tre gradi e mezzo abbondanti, anzichè minorare il numero delle sue inspirazioni ed espirazioni, le aveva all'opposto grandemente accelerate ».

Lasciata ancora un po' lì, le respirazioni cominciarono continuamente ad aumentare, tantochè avendo paura che si risvegliasse completamente la ripose nella cassa, (Mangili dunque aveva visto che una volta iniziato il risveglio non si può più assolutamente arrestare) nella speranza che presto sarebbe passata al sonno letargico. Visitata più tardi la trovò *del tutto vigile* con la temperatura normale. « Si nascondeva nel fieno, quasi cercando un luogo meglio riparato dal freddo, garentito dalle visite importune e da altri accidenti valevoli a destarla dal letargo. Dal che ella è cosa chiara che abbisogna molto minor tempo alle nostre Marmotte per uscire dal sonno letargico, di quello che si renda loro necessario per ricadervi » (interessante questo fatto, notato per il primo dal nostro Mangili).

Splendida la descrizione, che fa di una marmotta, mentre cammina dopo svegliata:

« Ma prima tentai di farla camminare entro la stanza, ed essa infatti con gli arti anteriori s'ingegnava di trascinarsi qua e là: avrebbe voluto eziandio nascondersi, ma non ci riuscì, essendo che i suoi arti posteriori erano ancora intorpiditi; perchè troppo distanti dalla cavità del petto, non godevano per anche quel grado di calore che era necessario per mettere in gioco tutte le molle che

dovevano abilitarli al moto, per cui a quel momento era obbligata a trascinarsegli dietro ».

A proposito del risveglio dei pipistrelli Mangili osserva:

« I pipistrelli allorquando sono presi del letargo conservatore, fanno egualmente che le marmotte e gli altri mammiferi assiderati, dei moti convulsivi, ogni qualvolta vengono stimolati da un qualche agente esterno ».

E fà anche quest'altra splendida osservazione a questo proposito:

« Anche per questi piccoli mammiferi si richiede un tempo più o meno lungo secondo il loro fisico, e secondo la qualità dell'ambiente, per passare dal sonno letargico alla veglia; ed in prova di questa mia osservazione dirò, che molti dei pipistrelli letargici collocati entro un cesto, li trasportai alla bocca della grotta, e praticati entro la neve altrettanti piccoli cavi quanti erano i pipistrelli assiderati, ve li posi dentro tutti l'uno dopo l'altro, e dove per lo addietro i segni di respirazione erano assai rari e languidi, appena si trovarono in mezzo della neve, che diventarono frequenti a segno che non mi fu più possibile di poterli contare.

E così tutti quei pipistrelli, altri dopo una mezz'ora, altri dopo un'ora, si svegliarono perfettamente, e aggrappandosi alla neve, uscirono dai piccoli loro cavi, e tutti sotto i miei occhi, mentre ancora nevicava, presero il volo.

Fecero adunque alcuni svolazzamenti all'intorno della grotta, poi entrarono tutti l'uno dopo l'altro nella grotta medesima, internandosi nelle sue più rimote concamerazioni per ivi abbandonarsi di nuovo al letargo conservatore ».

Per quanto riguarda l'influenza della temperatura esterna sul letargo del moscardino, Mangili fa delle belle osservazioni:

« Ad una temperatura 0° ed anche — 1° nella stanza in cui il moscardino stava assiderato avvenne che si svegliò dopo qualche tempo dal sonno letargico, si sgravò delle materie escrementizie e cominciò a mangiare parte delle provvigioni che aveva. Portato in un ambiente di 4°-5° cominciò immediatamente a rientrare in letargo ».

Ed in un altro punto:

« Esposto il moscardino al sole ad una temperatura di 11°, non per effetto della luce solare, ma per effetto del calore la respirazione non presentava più gli intervalli negli stati di riposo bensì si faceva regolare come nello stato di sonno naturale. Risvegliatosi si trastullava, mangiava ravvolgendo la coda sulla testa. Pel tratto di una mezz'ora circa dava per ogni minuto dai 25 ai 30 segni della più regolare respirazione. In seguito osservai di tanto in tanto dei piccoli intervalli, talchè nello spazio di 1' non dava più che 10-11 segni di respirazione; nè questi intervalli li scorgeva tra il primo segno di respirazione e il successivo; ma dopo 2 o 3 segni di una viva respirazione succedeva un breve riposo, poscia ricominciava il ritmo.

Crebbero gl'intervalli e ogni minuto contai solo 7 od 8 atti respiratori, si ridussero poi a 5 e in capo ad un'ora a soli 3 per ogni minuto primo. Questo avvenne ad una temperatura di + 11°. Riveduto un'ora dopo, ogni 2' 1/2 dava 4-5-6 respirazioni. Il letargo si fece più profondo, crebbero gli intervalli fra una serie e l'altra sino ad 8'-10' e crebbe in eguale proporzione il numero delle successive inspirazioni ed espirazioni ».

Collocato questo moscardino in un miscuglio frigorifero a — 2° R.: « Crebbe allora il numero delle respira, zioni, e queste non erano più divise da intervalli di assoluta quiete in tante serie, ma quasi sempre contiuneda prima 10 per 1', poi 15, 20, 25 e sino 32. Egli è anche da notarsi che non erano punto affannose come quelle delle marmotte esposte all'aria fredda, ma placide e simili a quelle di un moscardino dormiente ».

« Risalito il termometro a 0° le respirazioni diminuirono e si cominciarono a notare degli intervalli di circa un minuto fra una serie e l'altra, ciascuna delle quali serie era composta di 24-26 respirazioni. Man mano che il termometro saliva crescevano gli intervalli fra una serie e l'altra e diminuiva il numero delle successive respirazioni. Esposto l'animale ai raggi solari si svegliò in meno di mezz'ora. Dapprima sembrava stordito, ma poi dopo pochi minuti divenne vispo, allegro, fece dei movimenti di qua e di là e dopo due ore si addormentò di

nuovo e nello spazio di un' ora alla temperatura di 11° passò allo stato letargico ».

Ad una temperatura di 10° osservò 5 6-7 movimenti respiratori, coll' intervallo tra una serie e l' altra di 1'-3'-4'.

Mangili parla anche della defecazione nel risveglio del ghiro. « Ad una temperatura esterna di 6°, 5 l' animale fu messo in un miscuglio frigorifero a 1° R. Pochi secondi dopo che si trovava in questo ambiente il ghiro dava manifesti segni di sofferenza divincolandosi e crescendo i moti respiratori sia in forza che in numero senza la minima interruzione per un dato tempo. Il ghiro, essendosi accomodato alla nuova temperatura, questi segni ebbero un regolare periodo. Cominciò la respirazione periodica: 22-25-30 respirazioni con intervallo di 1 solo minuto tra una serie e l' altra. Il termometro si alzò di 1/2° sopra 0°. Il ghiro però non si destò. L' aumentata respirazione e circolazione lo salvò dal risveglio » « quindi un freddo maggiore, anzichè diminuire, ha per lo contrario accresciuto il ritmo nel cuore e nei polmoni ».

« Portato il miscuglio frigorifero a — 6° il ghiro aumentò talmente la respirazione che si svegliò.

Portato il ghiro a + 7° passò dal sonno al letargo ».

Mangili descrive anche il tipo del risveglio nel ghiro e nel moscardino: « si risvegliarono dal sonno letargico, si sgravarono delle materie escrementizie, mangiarono alcun poco si rannicchiarono di nuovo e dal sonno ordinario passarono al sonno letargico, essendo divenuta la temperatura più dolce » notisi il *divenir più dolce della temperatura* quale possibile influenza sulle cause del letargo.

« Una temperatura molto elevata o soverchiamente rigida fa passare il moscardino dal letargo alla veglia ».

Mangili osserva che « il moscardino passa dal letargo alla veglia in $^1/_4$ d' ora o $^1/_2$ ora al più, mentre la marmotta impiega un tempo più lungo.

Naturalmente, quando la temperatura è elevata impiega un tempo molto minore, mentre invece, se è rigida, occorre un tempo maggiore per ottenere il necessario grado di calore onde risvegliarsi ».

Mangili, parlando di Saissy, « *il medico lionese* » fa os-

servare con queste splendidissime parole il risveglio della marmotta:

« Egli avrebbe altresì osservato, che siffatta propagazione del calor animale a tutte le parti del corpo stà in ragione inverso delle rispettive distanze dalla fonte essenziale e primaria della circolazione; talmentechè gli arti anteriori si trovano molto più prima dei posteriori muniti del necessario calore, essendochè in questi come più prossimi al cuore ed ai polmoni si è minorata più di sovente quella circolazione arteriosa, che distribuisce il calore a tutte le parti del corpo. Ed io stesso ho veduto uno dei miei mammiferi soggettato a questo sperimento strascinarsi da prima sul pavimento della stanza con i soli arti anteriori, essendo i posteriori peranco mezzo intorpiditi, e in seguito uno versi su tutte quattro le zampe colla medesima agilità, perchè tutte del pari provvedute del grado di calore, che compete all'animale desto ».

A ciò in parte è stato accennato più sopra riportando un altro brano dello stesso Mangili.

Hall osserva, che quando i letargici si trovano in perfetta tranquillità nel profondo delle caverne ed in altri luoghi a riparo dei cambiamenti di temperatura, si deve pensare, che è lo stimolo della fame, quello che fa risvegliare questi animali durante la primavera. Un'altra causa del ritorno alla vita attiva è il manifestarsi nuovamente della validità degli eccitamenti esterni del calore. In tutti i casi la respirazione va ritornando normale e anche la temperatura dell'animale ritorna allo stato primitivo.

Nei ghiri osserva Hall, che quando la temperatura va crescendo mano mano, la respirazione anch'essa va gradatamente aumentando, mentre invece gli animali letargici, quando vengono ad essere sottoposti ad una temperatura molto fredda, cominciano immediatamente a fare delle respirazioni molto affrettate.

Una nottola era perfettamente in letargo ad una temperatura di di 36° F., un termometro introdotto nello stomaco segnava 39° F. Un'ora appresso l'animale cominciò a rimanere disturbato, la temperatura nello stomaco salì a 95° F., poco dopo si abbassò a 90.° F. La circolazione capillare era manifesta, così la pulsazione nelle arterie, il cuore dava da 28 a 46 pulsazioni al minuto.

In un altro pipistrello, alla temperatura di 36° F., il termometro nello stomaco era di 39.° F. L'animale cominciò ad eccitarsi e la temperatura salì a 65° F. quindi discese a 60° F. L'animale, eccitato in tale stato, si trovava esausto ed a digiuno.

Hall ritiene, che gli animali in queste condizioni sono incapaci di mantenere la temperatura propria, quando vengano esposti al freddo e ripassino quindi in uno stato di letargo.

Hall paragona questi risultati ottenuti da lui sui letargici con quelli ottenuti da Hunter, mettendo dei sorci ad una temperatura molto bassa (13° F.). Hunter vide, che un sorcio e un riccio messi in queste condizioni prima innalzavano la propria temperatura in una maniera molto grande e poi andavano mano mano abbassandosi sino a che non si aveva la morte. Questi sono i risultati ottenuti da Hunter:

Sorcio	Temp. esterna		13° F.		
	Diaframma	—	83° F.	pelvi	78° F.
	dopo un'ora	—	97° F.	—	95° F.
	dopo un'ora	—	18° F.	—	21° F.

Riccio		Sorcio	
Temp. esterna	64° F.	Temp. esterna	20° F.
Torace	74°-75° F.		
Diaframma	80° F.	Diaframma	91° F.
Fegato	81°,5° F.	Fegato	93° F.

Sorcio		Sorcio	
T. esterna	30° F.	Raffreddato a	19° F.
Diaframma	92° F.	Diaframma	87° F.
Fegato	93° F.	Pelvi	83° F.

Si ritiene comunemente, che il letargo, una volta cominciato nell'autunno, duri senza interruzione per tutto l'inverno. Oltre che ritenuto dal volgo, anche nei trattati di zoologia si legge, che i letargici, una volta caduti in questo stato nell'autunno, rimangono così tanto tempo senza ridestarsi sino a che non venga a risvegliarli il

sole della primavera e questa osservazione poetica e, in apparenza, precisa sull'epoca del risveglio dei letargici, sembrò così sicura, che nessuno s'incaricò di andare a controllare il risveglio di questi animali in questa stagione. Quantunque esistano delle osservazioni, che il riccio ed altri animali restano nel loro letargo con alcune temporanee interruzioni, risvegliandosi di quando in quando, questo fatto viene ad essere considerato più una eccezione che una regola, perchè si ritiene che questi animali non siano dei veri e propri letargici. I risvegli, che si hanno durante il periodo, che non sia quello primaverile, furono ritenuti sempre anormali e del tutto differenti del risveglio normale, che si ha in quest'epoca. Per quanto riguarda poi gli spermofili questi furono ritenuti degli animali, i quali restano in letargo tutto l'inverno per risvegliarsi poi nella primavera.

Horvath volle studiare da vicino, quanto sostiene Pallas, se cioè gli spermofili restino in letargo senza interruzione tutto l'inverno. Ebbene Horvath dice, che questo letargo veniva ad essere interrotto e nei periodi di risveglio gli animali mangiavano quanto avevano a loro disposizione.

Horvath volle vedere anche, se sia possibile di procrastinare il periodo del risveglio, di sospendere un risveglio cominciato e, se ciò è possibile, in quali condizioni.

Il risveglio si inizia comunemente, perchè gli animali cominciano a respirare più frequentemente e perchè al capo e alla parte anteriore del corpo si hanno delle scosse e dei tremiti. Una volta che sono cominciate queste scosse al capo, non è assolutamente possibile, sia per mezzo del freddo o di altri agenti di impedire il risveglio dell'animale; esso si risveglia assolutamente. Se invece non si è avuta alcuna scossa del capo, ma solamente sono aumentate le respirazioni, l'animale, che sta per risvegliarsi, può ritornare ad un letargo tranquillo. E quanto ora è stato detto, vale specialmente, se l'animale in letargo è stato disturbato con stimoli. Questi possono consistere sia in scosse date all'animale, come in una diminuzione artificiale della pressione atmosferica. Appena l'animale venga lasciato tranquillo, oppure l'atmosfera ritorni ad una pressione normale, ricade nel suo stato di perfetto letargo.

Gli spermofili di Horvath, svegliati in primavera, passarono tutto l'estate in prigionia e nell'autunno successivo cominciarono ad entrare in letargo, così, uno di essi entrò in letargo in estate, il 25 agosto 1872. Appena caduti in letargo in questo secondo anno, gli animali conservarono lo stesso quadro del letargo dell'anno precedente, sia riguardo alla durata, agli intervalli di risveglio fra due periodi di letargo; in genere tutto il quadro di questo nuovo letargo era uguale a quello del passato autunno. La differenza (forse unica) notevole la trovò nel fatto, che quantunque nel risveglio ci sia un rapido aumento di temperatura, questo aumento non era così rapido come nel passato inverno, ma ciò dipenderebbe da che in questo inverno la temperatura esterna era molto più alta. (Però per quanto riguarda la temperatura parleremo in un altro capitolo).

Horvath osservò inoltre, che i movimenti che fa lo spermofilo nel risveglio, paragonati con quelli eseguiti durante lo stato normale di veglia, sono piccolissimi. All'infuori del tremolio e delle scosse che si hanno di quando in quando al capo e agli arti anteriori, non si notano altri movimenti del corpo dell'animale in risveglio, secondo lo stesso autore. Sarebbe poi una cosa molto differente un risveglio dal sonno comune, ordinario, da un risveglio che si ha durante il letargo. Per risvegliarsi dal letargo e quindi per il ritorno alla vita attiva, normale, uno spermofilo impiega 2 o 3 ore.

Come si vede, il risveglio dal letargo, a parte altre particolarità (sulle quali ritorneremo) per quanto riguarda la durata, non ha nessuna verosimiglianza col risveglio degli animali dal sonno ordinario.

Le basse temperature sembra, che non facciano variare i fenomeni che si avverano nel risveglio dello spermofilo. Uno di questi animali, lasciato ad una temperatura di + 2°, presentò gli stessi fenomeni degli altri, che durante il risveglio erano stati mantenuti ad una temperatura di + 10°. Facendo agire il freddo sugli spermofili all'inizio del risveglio, quando hanno una temperatura di + 4°, spesso « Die Beendigung des Erwachens resp. die Erlangung der normalen Körpertemperatur des Thieres ver-

zögert wurde », mentre il freddo, fatto agire su uno spermofilo con temperatura superiore quasi a 15°, non aveva influenza alcuna manifesta sul rallentamento del risveglio e rispettivamente sul raggiungimento della normale temperatura del corpo. Anche dei criceti in letargo sottoposti da Horvath a temperature sotto 0° presto venivano risvegliati dal letargo a causa del freddo.

Le cause del risveglio secondo Dubois sono le seguenti:

1. la ripienezza della vescica e del retto, (questo stimolo agisce nei primi giorni del letargo ogni 4-5 giorni, poi quando la marmotta si è liberata di tutte le urine e le feci ogni 3-4 settimane),

2. un freddo intenso,

3. una temperatura superiore a 15°.

Dutto seguì le varie fasi del risveglio nella marmotta, mentre si trovava nel calorimetro e poteva costatarle osservando il rialzarsi della curva calorimetrica. Deduce, che nessuna legge presiede a questi risvegli delle marmotte, perchè si possono avere in qualsiasi ora della giornata, ma a preferenza nelle ore di notte.

Conferma quanto Valentin aveva osservato, che un ambiente tranquillo è la condizione principale per un letargo profondo, perchè se la marmotta si trova in luoghi rumorosi si sveglia più frequentemente di quando è in un luogo silenzioso.

Per quanto riguarda l'influenza del freddo nel risveglio, Dutto ritiene che nella marmotta forse una temperatura di 2°, 5 eccitò un risveglio.

Per quanto riguarda l'infiuenza della pressione barometrica, ho già accennato che Valentin aveva visto, che le marmotte rimangono in letargo con qualsiasi variazione di pressione atmosferica (pressione osservata 690-720 mm.). Valentin osservò, che solo per fortissime depressioni ottenute sotto la campana pneumatica, si ottiene il risveglio artificiale. Mosso invece sostiene, che le marmotte resistono a depressioni barometriche fortissime, sperimentando in modo però che la depressione non sia tanto rapida.

Dutto nota, come ad una depressione di 736,7 la marmotta non ne risenti minimamente l'effetto.

Mentre invece le manipolazioni alle quali si assoggettano le marmotte, p. es. pesarle o misurare continuamente la temperatura, fanno risvegliare periodicamente l'animale in letargo.

Valentin ritiene legati i periodici risvegli all'atto del defecare e dell'urinare e soggiunge, che la durata dei periodi di letargo sta in diretto rapporto coll'intensità di questo, ed in rapporto indiretto con la frequenza dei battiti cardiaci e degli atti respiratori. Le marmotte di Valentin, che non servirono che per le pesate, ebbero dei periodi di letargo di un mese; una sola volta gli occorse di vedere un letargo della durata di due mesi. Dubois descrive i periodi di risveglio, che sogliono avvenire ogni tre o quattro settimane spontaneamente. La marmotta di Dutto visse quattro mesi nel calorimetro, sopra una lettiera di fieno, non disturbata da manovra alcuna, nè da rumori; si trovava poi nella oscurità completa, che secondo Dutto favorisce il letargo, non fu soggetta a brusche e grandi variazioni di temperatura e di più era il primo letargo che aveva nella prigionia.

Valentin fa osservare, che le marmotte in prigionia da più di un anno difficilmente cadono in letargo, oppure ne hanno uno leggero. Dutto osservò nella sua marmotta, che si può ritenere come fosse vissuta in una tana, in quattro mesi di letargo, quattordici risvegli; il più lungo periodo di letargo durò quattordici giorni, gli altri da sei ad otto giorni (in media 7 giorni).

Riguardo alla possibilità che le marmotte mangino durante i risvegli, Dutto osserva: « Infatti, avendo io messo delle radiche gialle dentro il calorimetro, la marmotta non ne mangiò mai; contrariamente a quanto afferma Valentin, che le marmotte, durante i periodici risvegli invernali, sogliono prendere cibo ».

Monti così parla del risveglio nelle marmotte: « Per far destare una marmotta abbiamo proceduto in un modo assai semplice. Esposta al sole di mezzogiorno, la marmotta cominciò a fare lenti movimenti respiratori, il cuore cominciò a battere sensibilmente: il pelo si fece irto, agitato da brividi ripetuti, poi dopo qualche starnuto l'animale cominciò ad aprire gli occhi ed a muoversi più li-

beramente. In capo a 40 minuti l'animale era desto, vivace, svelto, quasi selvaggio; tentò di fuggire con grande destrezza e morsicò molto violeatemente chi lo volle riprendere. La temperatura del corpo che un'ora prima era di 10, $^{5}/_{20}$, dopo che l'animale fu desto salì a 35°, $^{18}/_{20}$ ».

Il calore sarebbe, secondo i Monti l'effetto e non la causa del risveglio che è dovuto a fattori più complessi. Le loro parole sono queste: « Le marmotte infatti, come aveva bene osservato il Mangili, si destano spontaneamente parecchie volte durante l'inverno, ma qualche volta anche, perchè la temperatura ambiente è discesa di alcuni gradi. Il Mangili infatti vide destarsi le marmotte deposte sulla neve e cercarsi un più caldo rifugio ».

Ed in altro punto i Monti soggiungono: « Certo non è il caso di pensare che i risvegli periodici dipendono dal bisogno di nutrizione, poichè i nostri animali, dall'ottobre ad oggi, non hanno mai preso nè cibo nè bevanda, e questo ne venne anche confermato dal fatto che le scariche divennero sempre più rare dal principio del letargo, così che da ultimo alcuni dei nostri animali rimasero perfino 40 giorni in sonno non interrotto. Dall'altra parte l'esame del tubo digerente degli animali sacrificati alla fine di febbraio ci dimostrò l'assenza completa di ogni residuo alimentare ».

Gavarret ritiene, che la temperatura alla quale avviene il risveglio negli animali letargici varia fra 0° e 3°.

Brehm fa anche lui delle importanti osservazioni sulla caduta in letargo e sul risveglio dei letargici. Secondo lui, come ritiene anche Dubois, il moscardino nei primi giorni del risveglio lotta fra il sonno e la veglia. Il criceto durante il risveglio sbadiglia continuamente e non sta più raggomitolato sotto forma di palla. Per quanto riguarda l'influenza della temperatura sul letargo di questi animali, nota, che si risvegliano quando è molto freddo. Tenuti in una camera riscaldata non vanno in letargo ma muoiono.

Albini osserva il risveglio in una marmotta letargica, andandola a stimolare con una forte corrente faradica: contemporaneamente quasi allo stimolo la temperatura dell'animale si innalzava a 35°. Un fatto costante, anche

da lui notato, si è che le marmotte nel risveglio urinano sempre e l'urina è di reazione neutra.

Dobbiamo ritenere per fermo, che se vi è defecazione sempre avviene il risveglio e ciò dipende da che, come si sa, lo sfintere esterno dell'ano è sotto il dominio diretto di un centro superiore situato nella zona motoria cerebrale dei vari animali.

Quincke ritiene, che sia una cosa molto più facile osservare una marmotta che si vada risvegliando e riscaldando, di quello che andare ad osservarla quando entra in letargo. Il cadere di nuovo in letargo dopo un risveglio spontaneo, ovvero dopo uno da stimolo artificiale, porta a degli effetti assolutamente contrari. Talvolta gli animali, nel giorno seguente, sono di nuovo in letargo, talvolta rimangono per settimane, ovvero per il resto dell'inverno, completamente svegli. Questi vari modi di comportarsi si devono ascrivere a differenze di ordine individuale, perchè marmotte, che si trovavano nelle stesse condizioni esterne e venivano dallo stesso luogo, si comportavano molto differentemente rispetto ai fenomeno letargo.

Talvolta, invece dei risvegli veri che sono i più, si osservano dei mezzi risvegli, dopo di che, la marmotta ricade in letargo prima di essersi completamente risvegliata. Alla fine del letargo, le fasi di inattività divengono sempre più brevi, quello va divenendo sempre meno profondo, e la marmotta passa insensibilmente dalla vera forma letargica a quella di sonno ordinario. Il contrario avviene all'inizio dell'inverno, quando il sonno ordinario va trasformandosi progressivamente in letargo.

Per quanto riguarda il risveglio (ed in questo punto ci occuperemo solo del risveglio che avviene naturalmente e non di quello che è provocato da stimoli), dobbiamo ritenere che sia ciclico; questa periodicità si può osservare specialmente alla fine del letargo, quando l'animale, essendosi trovato per tutto questo periodo di tempo a digiuno, i suoi risvegli non sono influenzati dalla emissione delle feci o delle urine. È a questo periodo appunto che io ho rivolto la mia attenzione. Nelle marmotte, per esempio, un fatto costante da me osservato si è, che il risveglio avviene sempre nelle ore notturne, e non ho

mai osservato una marmotta che si fosse risvegliata durante le ore diurne. Così pure nei ricci, nei moscardini, nei ghiri e nei pipistrelli la maggior parte dei risvegli si sono avuti durante le ore della notte. È fuori dubbio quindi, che questo fenomeno del risveglio è ciclico. I risvegli sono frequentissimi durante gli ultimi 15-20 giorni, che l' animale si trova in letargo, anzi, uno dei segni, che mi ha fatto costantemente riconoscere, che il letargo era alla fine in questi animali, si era che, nei risvegli frequenti che facevano negli ultimi giorni di letargo, si muovevano continuamente irrequieti lungo la gabbia e tentavano anche di morderla per reclamare quell'alimento, che non avevano a loro disposizione e del quale ora avevano bisogno per rendere possibile la loro vita e non morire. Un' altra particolarità, che ho notato durante i risvegli procurati artificialmente, si era, che quando il risveglio era stato iniziato, non poteva essere assolutamente sospeso, anche che fosse stata immediatamente allontanata la causa stimolante, generatrice del risveglio.

E questo fatto possiamo spiegarcelo perfettamente, pensando che, come vedremo poi appresso, il risveglio può essere considerato come una vera e propria reazione chimica, che una volta iniziata, non può subire arresto alcuno e deve essere condotta sino alla fine. Anzi, in questi casi di risveglio procurato, noi dobbiamo ritenere, che lo stimolo che va ad agire sopra l'animale, sia questo dovuto ad una temperatura alta o bassa, ad una depressione barometrica o ad uno stimolo qualunque sensitivo o sensoriale, fa sì che agisce direttamente sul cervello. Lo stimolo essendo tanto grande, da non permettere ulteriormente il letargo dell'animale, il sistema nervoso centrale fa sí, che mette in giuoco tutte le molle dell'organismo, ma più specialmente produce la trasformazione del glicogeno in zucchero, in modo che è reso possibile lo stato di veglia dell'animale. Ed io ritengo quindi, che è falso quanto sostengono quegli autori, l'essere cioè possibile il sospendere il risveglio in un animale che lo abbia già iniziato, perchè il sistema nervoso non può avere assolutamente una funzione inibitoria sopra un processo chimico che si va svolgendo in quell'organismo al quale presiede.

4. *Durata del letargo.*

Per quanto riguarda la durata del letargo negli animali tenuti in prigionia, le prime osservazioni più diligenti le dobbiamo a Mangili, che studiò la durata del letargo in una marmotta che per la durata di dieci anni, « *sotto il cielo piuttosto dolce che rigido di Pavia* » e la tana sotterranea della quale era in una stanza a pianterreno del suo laboratorio. Ecco sotto forma di tabella i suoi risultati:

ANNO	Stato di letargo dal giorno	al giorno	Durata del letargo mesi	giorni
1808-1809	11 Novembre	4 Maggio	5	7
1809-1810	23 Novembre	19 Aprile	4	26
1810-1811	4 Novembre	10 Aprile	5	6
1811-1812	29 Ottobre	8 Aprile	5	10
1812-1813	8 Novembre	23 Aprile	5	15
1813-1814	14 Dicembre	14 Maggio	4	—
1814-1815	25 Novembre	18 Maggio	5	23
1815-1816	2 Dicembre	14 Maggio	5	12
1816-1817	20 Novembre	29 Aprile	5	9
1817-1818	6 Dicembre	4 Maggio	4	29
		Media	5	7

Valentin ritiene, che il periodo del letargo varia col variare delle condizioni esterne ed innanzi tutto del tempo. Ritiene una cosa straordinaria, che le marmotte allo stato selvaggio possano stare in letargo da 212-213 giorni, dall'inizio dell'ottobre, nelle parti esposte a mezzogiorno, e dall'inizio del Novembre, nelle parti esposte a tramontana, nelle Alpi, sino alla fine di Aprile o di Maggio. Il letargo comincerebbe, secondo lui, molto più tardi e nel decorso dell'aprile le marmotte si scaverebbero un foro traverso la neve per andare a cercare del nutrimento. I 163 giorni che rimasero in letargo le sue marmotte III, IV, V, rappresenterebbero, per Valentin, il tempo che una marmotta rimane in letargo, anche allo stato naturale.

Gli spermofili di Horvath, quantunque si fossero trovati nelle stesse condizioni di temperatura, di nutrimento, caddero in letargo in giorni differenti e si risvegliarono anche in giorni differenti.

SPERMOFILO	GIORNI DI LETARGO durante tutto il periodo	GIORNO DI ANDATA in letargo	GIORNO DI RISVEGLIO (dopo tale giorno non caddero più in letargo)
A	68	13 ottobre 1871	28 gennaio 1872
B	35	3 novembre 1871	15 gennaio 1872
C	19	4 decembre 1871	7 febbraio 1872
D	60	16 novembre 1871	31 gennaio 1872
E	46	17 ottobre 1871	11 febbraio 1872
F	11	22 novembre 1871	31 gennaio 1872

Gli spermofili, che già erano tutti svegli nel mese di marzo, quantunque vi fossero le condizioni più favorevoli di temperatura, non ricaddero mai più in letargo.

Horvath ha visto, che lo stato di letargo negli spermofili non dura continuamente tutto l'inverno, ma viene frammischiato con periodi di veglia.

Non vi è alcuna regolarità fra questo susseguirsi di periodi di letargo e di veglia.

Horvath vide, che negli spermofili, mentre qualche volta tra due giorni di letargo, l'animale rimase trenta giorni sveglio, più tardi nello stesso animale i periodi di letargo furono divisi da un solo giorno di veglia. In altri animali può avvenire il contrario, perchè la veglia all'inizio dell'inverno durò più breve tempo che più tardi verso la fine di esso. Horvath notò inoltre, che gli spermofili, durante il periodo di letargo, dormirono senza interruzione, 1-2 ed anche più giorni, e in nessuno di questi animali potè osservare uno stato letargico che durasse più di 5 giorni, quantunque gli animali non venissero stimolati e che la temperatura ambiente si fosse conservata su per giù uguale. Il periodo di risveglio durante il letargo può durare poche ore, oppure anche trenta giorni.

Nelle marmotte A, B, C, da me tenute in osservazione, come vedremo appresso, per vedere le variazioni di peso che presentavano durante i periodi letargici, la durata del letargo fu molto differente: nelle marmotte A e B durò cica 4 mesi, nella C durò 3 mesi, un po' meno quindi di quanto aveva visto Valentin.

Naturalmente, questa differenza in meno nella durata del letargo si deve sicuramente ascrivere all'aver le mie

marmotte passato tutto questo periodo nel clima piuttosto mite di Genova; sicuramente dobbiamo pensare, che la temperatura si eleva molto più rapidamente in questa regione che a Berna o a Pavia, dove Valentin e Mangili eseguirono le loro accuratissime esperienze. Per quanto riguarda la durata del letargo nei ricci, nei moscardini e nei pipistrelli, io dal canto mio posso far osservare, che questi animali, almeno nei nostri climi temperati, allo stato di prigionia e tenuti senza nutrimento, cadono in letargo verso la fine di novembre e si risvegliano nei primi giorni di marzo, in media, insomma, hanno 4 mesi di letargo frammischiati da continui risvegli.

Dobbiamo notare però, che in questi animali il letargo non è così profondo e continuo come nelle marmotte.

5. *Produzione artificiale del letargo.*

Saissy, in molti punti della sua monografia, accenna che il letargo artificiale si ottiene ponendo il riccio, la marmotta, il moscardino, il pipistrello, in un miscuglio frigirifero a-3°, 75: questi animali in tali condizioni, secondo lui cadono in letargo dopo breve tempo. Saissy aveva l'avvertenza, in questo tentativo che faceva del letargo artificiale, di chiudere bene il vaso, dove poneva gli animali, perchè riteneva che l'aria confinata, il sotterraneo fossero indispensabili per facilitare il letargo. Così si esprime: « La marmotte que j'ai engourdie par deux fois differents, ne l'a été, je crois que parce-que je me suis avisé, quand la respiration eut été bien affaiblie de boucher le trou du couvercle. Ce n'a été que de cette manière, que je suis parvenu à l'engourdir; car toutes les tentationes que j'avois faites avant, on été vaines ».

Saissy dice, che quando un animale letargico venga risvegliato con una temperatura piuttosto elevata e poi si riporta ad un'altra piuttosto fredda, la sua temperatura rettale si abbassa subito e ritorna in letargo nello spazio di 18-20 ore.

Saissy osserva inoltre, che, se dopo averlo svegliato, si fa passare ad una temperatura p. es. di 15°-16° e vi si lascia 2-3 giorni, e poi si riporta di nuovo ad una temperatura fredda, occorrono almeno 48 ore, perchè ritorni nello stato letargico.

Sulla produzione artificiale del letargo nei mammiferi letargici, io non ho osservazioni in proposito.

Ritengo però, che le osservazioni fatte da Saissy, sulla possibilità cioè di fare cadere in letargo in un miscuglio frigorifero a — 3°.75 un riccio, una marmotta, un moscardino, un pipistrello debbono ritenersi assolutamente falsi. Il Saissy, se avesse bene osservato, avrebbe visto che, invece di un *letargo conservatore*, egli aveva ottenuto un *letargo mortifero*, come ben diceva il Mangili.

Dal canto mio del resto faccio sol notare, che allorquando è giunto quel periodo, nel quale gli animali letargici cadono in tale stato, molto più facilmente possono cadervi se vengano messi in un ambiente ad una temperatura variante fra 10° e 15°. Con questo peró non intendo di venire ad affermare che questi animali, in tutti i periodi dell'anno, quando vengono sottoposti alla temperatura sopra accennata, possono entrare in stato di letargo, perchè ciò assolutamente non si puó avere, essendo il letargo, secondo quanto verremo esponendo appresso, un fenomeno essenzialmente ciclico e che non può avverarsi se non in determinati periodi dell'anno, e in questo periodo solo poi quando si avverino certe condizioni nel mezzo ambiente, come abbiamo veduto e come vedremo mano mano appresso.

E per bene comprendere quanto sopra è stato detto a proposito delle esperienze di Saissy, mi pare, che questo sia il luogo per parlare del comportarsi dei mammiferi comuni rispetto al raffreddamento, comparandoli con i fenomeni che presentano i mammiferi letargici, quando anche questi vengano sottoposti ad una bassa temperatura. Le esperienze fatte da vari autori e delle quali man mano andremo parlando, ci portano a concludere, che gli animali letargici, sia nello stato di veglia che di letargo, presentano una grandissima resistenza al freddo e che questi letargici non possono essere assolutamente comparati cogli altri comuni mammiferi, quando vengano sottoposti a basse temperature.

Le prime e più belle ricerche in questo senso furono fatte da Horvath nel 1872, e queste sono le importantissime conclusioni alle quali giunse in base a 30 esperimenti, sempre concordanti fra di loro;

« 1. Die Winterschläfer vertragen sehr leicht eine starke Abkühlung ihres Körpers bis auf + 1, 8° C; sie kommen, einmal abgekühlt, ohne künstliche Hilfsmittel wieder zu sich und erwärmen sich, während Kaninchen, selbst bei einer Umgebungstemperatur von 20° C, sich nicht wieder zu erwärmen imstande sind.

2. Muskel und Nerven bleiben, im Gegensatz su denen anderer abgekühlter Warmblüter, selbst bei den tiefsten erreichbaren Temperaturen noch erregbar.

3. Das Herz pulsiert rhythmisch, auch wenn das Blut nur 4° C aufweist. Beim Kaninchen und der Katze ist bereits bei einer Abkühlung zwischen 21° und 19° künstliche Respiration notwendig, bei + 9, 5-7° C hört bei diesen Tieren die Herztätigkeit auf, nachdem sie bereits bei höheren Graden sehr unregelmässig geworden ist.

4. Bei der Abkühlung stellt sich kein Tetanus ein, der beim Kaninchen und Hunde bereits bei 19° zutage tritt. »

Horvath, eseguì un'altra serie di ricerche sopra animali già sviluppati (cani, gatti e conigli), e vide, che questi potevano venire raffreddati fino a 19°, anzi gli animali più giovani sino a 5°, ed anche più volte di seguito; ciò nonostante potevano ritornare in vita. Horvath eseguiva queste esperienze immergendo gli animali sino al collo in acqua raffreddata ed in queste condizioni gli animali più vecchi potevano rimanere in vita, solo quando fosse stata fatta la respirazione artificiale. La causa della morte si doveva ascrivere, oltrechè ad una paralisi del centro respiratorio, anche ad un abbassamento della pressione sanguigna, che rapidamente si abbassa sino a 0°. Horvath paragonò l'azione del freddo sui muscoli e sui nervi a quella del curaro.

Al Quincke, anche noi dobbiamo una lunga serie di ricerche sopra i conigli che venivano raffreddati sino a 24° 20°, e che morivano per paralisi del centro respiratorio, mentre la marmotta, nell'estate, raffreddata anche di più rimaneva per lungo tempo in vita.

Anche Dubois raffreddò degli animali letargici (marmotte e ricci) con una corrente di acqua sino a 10° e li comparò con dei conigli, che venivano raffreddati nello stesso modo e allo stesso grado. Le sue ricerche concordano completamente con quelle di Horvath.

Le marmotte, appena vengano sottopòste ad un così basso grado di temperatura, lottano contro l'azione del freddo con energici movimenti muscolari e respiratori, e ciò possono fare anche per un lungo periodo di tempo. poco dopo vanno poi raffreddandosi lentamente, mentre i loro movimenti reattivi vanno diventando sempre più rari e più tardi. Appena però vengano levate dal mezzo refrigerante si risvegliano e raggiungono di nuovo la loro temperatura normale. Le cose, secondo Dubois, si comportano molto differentemente, quando i comuni mammiferi vengono sottoposti ad una bassa temperatura. La temperatura del proprio corpo va lentamente abbassandosi, quantunque vadano compiendo dei movimenti abbastanza energici. Appena la temperatura del corpo abbia raggiunto i 26° si sospendono immediatamente i movimenti respiratori. Solo una vólta un animale potè presentare una temperatura di 14° e vivere, però, appena tolto dal mezzo refrigerante in cui si trovava, quantunque venisse sottoposto ad un'energica respirazione artificiale, si riscaldò solo di 0°, 8 e morì poco dopo.

Dubois poi, ebbe la felicissima idea di fissare sopra un apparecchio sia una marmotta come anche un coniglio sottoposti a questo genere di esperienze; ebbene, mentre con questo mezzo di contenzione venivano ad essere aboliti i movimenti muscolari e molto limitati i respiratori, la marmotta potè rimanere calda, mentre invece il coniglio si raffreddó rapidamente.

Marès e Pembrey, al pari degli autori dei quali sinora abbiamo parlato, rilevano che i letargici, quando vengano sottòposti all'azione del freddo intenso, sia nel periodo di letargo, come anche al difuori di questo, possono resistere ad un raffreddamento con dei movimenti energici di tutto il corpo e con un aumento dello scambio respiratorio.

Appena hanno reagito in questa maniera, al freddo che li circonda, si raffreddano e cadono in uno stato che non ha niente a che vedere col letargo e che rassomiglia molto ad una rigidità da freddo Mi piace qui di riportare una ricerca sullo scambio respiratorio fatta da Marès sopra uno spermofilo, che andava raffreddandosi.

Temperatura esterna C°.	O_2 assorbito per kg. e per ora	CO_2 emesso per kg. e per ora	$\frac{CO_2}{O_2}$
+ 20,5	2,456	3,107	0,920
— 10,0	5,080	5,990	0,875
+ 9,6	3,647	3,787	
Si seguita il	5,380	5,112	
raffreddamento	5,355	4,887	

Pembrey ci dà questi risultati:

Temperatura esterna C°	Temperatura dell'animale	CO_2	*OSSERVAZIONI*
Sorcio:			
9,75	—	209	
29	—	150	
30	—	116	
29	—	110	
30	—	103	
10,5	—	225	
Moscardino:			
25	25	56	
14	18	126	
25		113	
15		220	

Da queste esperienze noi possiamo concludere, che gli animali letargici presentano una maggiore resistenza al freddo degli altri comuni mammiferi e che hanno a disposizione dei mezzi che mancano a questi. Sinora, possiamo dire, che la maniera di agire del freddo sul bulbo dei letargici è ravvolta nel mistero. Apparentemente gli animali letargici, per difendersi dal freddo, hanno a loro disposizione gli stessi mezzi (scosse muscolari e respirazione accelerata) che gli altri mammiferi comuni. Perciò noi sosteniamo, che questa maggiore resistenza al freddo deve dipendere dal sistema nervoso centrale e più specialmente dal bulbo.

6. *Prolungamento artificiale del letargo.*

Patrizi parla di un prolungamento artificiale del letargo

e dice: « Ebbi agio di istituirle (le esperienze) nello scorso inverno e gli studi poterono continuarsi anche nella primavera mercè il *prolungamento artificiale del letargo, ottenuto colla custodia delle marmotte in adatte ghiacciaie.* » (non indica però a quale grado si trovasse la temperatura nell'interno di queste).

Io pure sono dello stesso parere del Patrizi, quantunque non abbia eseguito delle esperienze in proposito, per vedere se sia possibile un prolungamento artificiale del letargo. Ritengo però, che ciò possa avvenire solo quando vi sia una temperatura adatta (10°-15°) e che l'animale letargico si trovi ancora in quel periodo ciclico, nel quale il letargo possa essere proseguito, perchè anche trovandosi l'animale letargico in tutte le condizioni favorevoli dell'ambiente per poter cadere in letargo, non può assolutamente cadervi, se queste condizioni non influiscono sull'animale in quel dato periodo ciclico, nel quale, in condizioni normali, un animale può cadere in letargo.

Non credo, quindi, per spiegare meglio il mio concetto, che una marmotta trovandosi in condizioni di quiete, di temperatura, di pressione barometrica, ecc., però ad esempio nell'estate, possa cadere in letargo in tale stagione.

7. *Animali letargici a digiuno.*

Dubois studiò l'influenza del digiuno sulla marmotta nell'estate.

Le ricerche calorometriche da lui eseguite nella marmotta in inverno lo portano a concludere, *che questa nei 160 giorni di letargo non consuma di più di un altro rosicante in 12 giorni di veglia a digiuno assoluto.* Sottomise una marmotta a digiuno assoluto perfino di liquidi. Prese due marmotte in Agosto, una giovane e l'altra adulta, vissero la prima 11 giorni e la seconda 13 giorni rispettivamente. All'infuori dell'inverno quindi si comportano quindi come rosicanti non letargici. Ciò dimostrerebbe l'esattezza delle sue ricerche calorometriche. Soggiunge che sperimentando su maggior numero di marmotte pure si arriverà sempre più alla cifra 12. Si deve sperimentare su animali di recente catturati e tener conto anche della quantità grande di nutrimento, che hanno nel

tubo gastro-enterico. Sarebbe meglio sperimentare di giugno e luglio (mai su animali catturati nel passato inverno) su animali catturati in montagna per evitare l'influenza delle riserve fisiologiche, che la marmotta accumula presto nei suoi tessuti in previsione dell'inverno, che nella montagna, all'altitudine alla quale vivono, arriva molto presto.

Naturalmente i risultati che si ottengono sul digiuno delle marmotte in settembre, ottobre saranno ben differenti.

La marmotta di Dutto si nutriva abbondantemente, tuttavia andava perdendo continuamente di peso e precisamente in ragione di circa 5-6 grammi al giorno a causa della enorme perdita di calore disperso alla temperatura esterna molto bassa (8°-12°). Le veglie protratte delle marmotte in epoca nella quale le libere sono in letargo da qualche mese furono osservate da Dutto non solo nel clima mite di Roma ma anche in alcuni più freddi da Mangili, Saissy e Valentin.

Quella di Dutto perdeva in Roma (12° 8°) 5 gr. al giorno, mentre quella di Valentin perdeva in Berna (1°-4°) 12-17 grammi al giorno.

Queste veglie protratte gettano luce sul modo di comportarsi delle marmotte nelle varie stagioni e costituiscono per così dire un anello di congiunzione fra l'omeotermo d'estate ed il poichilotermo invernale. Secondo Dutto le marmotte cadono in letargo fra 8°-10°. I casi di estrema resistenza a una temperatura bassa dipendono da una iperattività del sistema nervoso, però che non dura molto, perciò da un giorno all'altro anche senza cause palesi, come forti e repentini abbassamenti di temperatura, mancanza di cibo, possono cadere in letargo.

Questi *passaggi repentini da una veglia al letargo* sono stati osservati non solo in stagioni fredde, ma anche in primavera e in estate (Valentin, come si è detto, nel mese di giugno a 18°). Dutto fa dipendere questo fenomeno da un notevole disperdimento di calore anche con marmotte a 34° 36°. (?)

Appena diventano deficienti questi poteri termoregolatori la marmotta dalla veglia passa subito al letargo.

Riguardo alla resistenza al digiuno degli animali letargici io, dal canto mio, non posso portare come esempio che quello di un ghiro.

Questo piccolo animale, nel marzo 1902 usciva dal suo letargo e si era già nutrito abbondantemente per la durata di circa due settimane. Una notte, fatto un foro nella gabbia scappò e per quante ricerche io facessi non riuscii a ritrovarlo; finalmente, dopo sette giorni lo ritrovai morto in una piccola cassetta. (L'animale stava in una camera, dove non v'era per lui alimento di sorta). La morte doveva essere sopraggiunta da poco tempo, perchè il ghiro si trovava ancora in rigidità cadaverica.

Al pari di Dubois quindi, io posso sostenere, che un animale letargico, quando venga sottoposto a digiuno, al l'infuori del periodo letargico, non presenta una maggiore resistenza a questo, comparandolo con un altro mammifero comune.

CAPITOLO VI.

Il sangue negli animali letargici.

Il primo, che io mi sappia, a rivolgere la sua attenzione pel sangue dei mammiferi letargici fu il grande Leeuwenhoek, il quale osservò nei pipistrelli, che durante il loro stato letargico il sangue sembrava tutto coagulato e granuloso, non si lasciava riscaldare tanto presto al fuoco e questo avveniva proprio, quando il cuore avesse pulsato qualche volta.

Hildebrand ammette, che il sangue del criceto nello stato letargico abbia la proprietà di non far putrefare l'animale.

Secondo Sulzer, il sangue del criceto in stato di veglia coagula prima di quando si trova in stato di letargo. Egli apre il torace ad un criceto durante il letargo ed il sangue, che si va raccogliendo, rimane più a lungo liquido, più chiaro che non in estate e delle particelle grassose vengono alla superficie. La parte bruna solida del sangue di un animale in stato di veglia non perde del tutto il suo potere di rimaner liquido ed il siero che in questo si raduna è il colore rosso-cinabro.

Berger vide in tre marmotte, che da febbraio in poi, di quando in quando cadevano in letargo e che si trovarono morte in aprile, che il sangue era fluidissimo.

Spallanzani credeva, che l'accumulo enorme del sangue nei vasi cerebrali fosse una delle cause del letargo.

Il grande Spallanzani, in un punto delle sue opere, si domanda, se possa ritenersi come causa del letargo il raffreddamento del sangue, ed allora per esserne certo eseguì delle esperienze sugli animali a sangue freddo: rane, solamandre, ecc.; sottrasse a questi animali il sangue, trovò che questi cadono in letargo e soggiunge con molto spirito, che non si può accusare il sangue là dove questo non esiste più. Trovò inoltre, che il sangue delle marmotte non è mai congelato nei vasi, anche quando vengano esposte ad una temperatura che scenda al disotto dello 0° Fahrenheit.

Saissy così si esprime riguardo al sangue degli animali letargici (Marmotta, riccio, moscardino, pipistrello) da lui studiati:

« Ces animaux, dans l'état ordinaire, ont le sang, à trés-peu près, semblable à celui des mammifères de leur classe non sujets à la torpeur; mais lorsqu' ils sont profondement engourdis, cette humeur est froide, d' une couleur rouge-brun dans les veines et dans le artères; aucunement figée. »

Saissy prese anche la temperatura del sangue venoso e arterioso, mettendo un termometro nell'orecchietta sinistra e l'altro nel ventricolo destro e giunse a questi risultati:

		Marmotta	Ricoio	Moscardino	Pipistrelli
Temperatura del sangue	Arterioso	38.5	36.5	38	31.5
	Venoso	38	36	7.5 (*)	31

Questo stesso autore si occupò anche di ricercare altre proprietà del sangue di questi animali letargici e sopra

*) Ritiene erronea questa determinazione.

i fatti da lui trovati fonda anche delle ipotesi per venire a spiegarsi il perchè questi cadano in letargo. Così egli difatti si esprime:

« La saveur du sang est fade et nauséabonde chez tous ces animaux: mais dans chaque espèce ce liquide a un goût particulier plus facile à sentir qu' à exprimer. Son odeur diffère aussi dans les espèces diverses: le sang a un odeur forte désagréable dans la Marmotte, musquée dans le Hérisson; le sang du Lérot exhale une légère odeur de rat; la même odeur est donnée par celui de la Chauve souris, mais plus fortement. La consistance de ce liquide est moins onctueuse, moins tenace que celle du sang de l'homme et des autres animaux mammifères. Le sang de la Marmotte, du Loir, etc. et probablement de tous les mammifèrs hybernans, offre encore une propriété physique qui le distingue essentiellement de celui de tous les autres animaux à sang chaud: c'est de conserver sa fluidité tant qu' il est dans ses propre vaisseaux, quoiqu' il ait perdu sa chaleur naturelle et sa mobilité. A quoi tient cette singulière qualité? L'analyse et l'analogie nous dévoileront peut-être ce mystère ».

Saissy inoltre, contrariamente a Buffon, in questi animali letargici potè separare il siero dal sangue, dopo che questo era stato coagulato. Riporta infine anche una analisi comparativa fra il sangue arterioso e venoso della marmotta e del riccio con quella del coniglio e della cavia:

7 grammes 9613 dix-mill. de sang arteriel, puis le même poids de sang veineux de la Marmotte, du Hérisson, etc. ont produit:

	gram. dix-mill.
Eau évaporée .	6,2628
Fibrine	0,0177
Albumine . . .	1,6454
Gélatine . . .	0,0354

7 grammes 9613 dix-mill. de sang arteriel, puis de sang veineux, tirés du Lapin, du Cochon-d'Inde, ont produit:

	gram. dix-mill
Eau évaporée. .	4,7237
Fibrine	0,0531
Albumine . . .	3,1845
Gélatine . . .	0,0

Sottoposto da Saissy all'esame chimico, il sangue di questi animali in stato di letargo ottenne gli stessi risul-

tati di quando si trovavano in stato veglia. L'A. ritiene, che il sangue di questi animali letargici abbia una certa analogia con quello dei pesci.

Mangili si occupò anche lui di studiare il sangue delle sue marmotte in istato di letargo e così si esprime in un punto: « Poco sangue colò dalla grande ferita, ancorchè fossero stati tagliati tutti i principali vasi del cuore ».

E in un altro punto soggiunge: « Dissi che poco sangue colò dai principali vasi, perchè in uno stato di lentissima circolazione trovavasi apparentemente diffuso in tutte le parti del corpo, per cui anche le carni muscolari mi parvero in generale assai rubiconde ».

Al pari di Saissy volle vedere, se dal sangue degli animali letargici si potesse raccogliere del siero e difatti così parla di questo suo esperimento:

« Questo però lo raccolsi entro un bicchiere, e dopo due ore mi accorsi, che si era separata una notabile quantità di siero, contro il supposto dell'immortale Buffon, il quale appoggiato ad un passo delle Transazioni anglicane (accenna in questo punto ai lavori di Schreuczer pubblicati nelle « Philosophical Transactions » e che ebbero tanta influenza sul pensiero di Buffon per quanto riguardava la questione del letargo), pretendeva che il sangue delle marmotte, ecc., allorchè sono intorpidite, fosse privo di questo principio ».

Prunelle, vide anche lui una differenza che molto manifestamente passava fra il sangue di uno stesso animale, si fosse trovato questo in stato di letargo o no, e queste sono le sue parole:

« En comparant le sang de deux chauves souris auxquelles j'avais ouvert les carotides, à l'une pendant son engourdissement et à l'autre dans l'état de veille, j'ai trouvé celui de la dernière beaucoup plus vermeil ».

Prunelle ha trovato inoltre il sangue arterioso più rosso del venoso, ma questo, meno rosso che il sangue ordinario. Una emorragia sembra che ravvivi l'animale, il sangue però, cola lentissimamente; in una esperienza in cui l'animale si risvegliò nello spazio di 33 minuti, il sangue arterioso colava allora con una certa forza.

Appena l'animale era completamente risvegliato, il sangue riprese il comune colorito rosso.

Anche Tiedemann, che aprì ad una marmotta in stato letargico le carotidi e le giugulari, trovò minima la differenza fra il sangue arterioso o venoso.

Barkow studiò il sangue del riccio in diversi stadi del suo sviluppo, in differenti periodi dell'anno, sia negli animali svegli come in quelli che si trovavano in letargo e lo comparò con quello della carotide del coniglio. Egli giunge a questi risultati:

« 1. Im Herbste wird das Blut reicher an Kohle. Es giebt sich dies durch die dunklere Farbe des arteriellen Blutes zu erkennen.

2. Das Blut-Leben während des Winterschlafes ist verlängert. Es giebt sich dies durch spätere Gerinnung, spätere Trennung des Serums vom Kuchen und endlich durch späteres Eintreten der Fäulniss zu erkennen.

3. Das arterielle Blut-Leben dauert im Blute des Winterschlafs länger als das venose.

7. Das Leben derselben Blut-Art des alten Thieres dauert länger als des jungen Thieres, aber das arterielle Blut-Leben des jungen länger als das venöse des alten Thieres. »

Bernard trova delle grandi analogie tra il letargo ed il colera, perchè il sangue è divenuto arterioso nelle vene di una marmotta il letargo; secondo lui, i globuli rossi sono come addormentati e la loro funzione ridotta ad un punto talmente minimo che questi animali possono farne a meno per un certo tempo, mentre qui nelle condizioni ordinarie le funzioni dei globuli sono talmente esaltate ed esagerate che la loro sottrazione determina immediatamente la morte dell'animale.

Questi sono i risultati ai quali giunse Valentin dalle sue ricerche:

« 1. Das Blut der seit längerer Zeit erstarrten Murmelthiere zeichnet sich dadurch aus, dass es fast nur rothe, biconcave Blutkörperchen und keine irgend merkliche Menge von farblosen oder sogenannten Lymphkörperchen enthält.

2. Obgleich ein Farbenunterschied zwischen dem arteriellen un dem venösen Blute besteht, so ist er doch auffallend geringer, als in den wachen Säugethieren. Hat

selbst das Murmelthier am Ende des Winterschafes eine Reihe von Tagen gewacht und daher anhaltend geathmet, so erscheint doch sein Venenblut nicht so dunkel, als z. B. bei dem Kanichen. Beide Blutarten zeigten übrigens einen eigenthumlichen kirschrothen Farbenton. Der geringere Unterschied in der Färbung des arteriellen und des venösen Blutes erinnert an ähnliche Verhältnisse der Reptilien und des Embryo, wenn auch in diesen Wesen andere Farbennuancen, als in den erstarrten Murmelthieren auftreten.

3. Dünne Schichten des arteriellen und des venösen Blutes oder Blutserums der winterschlafenden Murmelthiere erscheinen ziemlich gleich grün. Die Behandlung mit Koklensäure und besonders mit Schwefelwasserstoff verstärkt die Intensität dieser Färbung in hohem Grade.

4. Das mit Koklensäure geschüttelte Serum des Carotidenblutes der erstarrten Murmelthiere zeigt ein eben so vollständiges Säureband, als das in ähnlicher Weise behandelte Froschblut. Arterielles Kalbsblut oder dunkles und faules Meerschweinchenblut liefern es ebenfalls, wenn die nöthige Menge von Koklensäure verschluckt und der gehörige Verdünnunggsgrad mit Wasser getroffen worden.

5. Schwefelwasserstoffgas bedingt das gleiche Schwefelwasserstoffspectrum in dem Blute der winterschlafenden Murmelthiere, wie in dem der wachen Säugethiere. Es zerstört zugleich das etwa früher vorhandene Säureband, sowie es in grösseren Mengen verschluckt worden. Geringere lassen das Schwefelwasserstoffland und das Säurebaud nebeneinander auftreten.

6. Das Haeminspectrum erzeugt sich durch Essigsäure ebensogut in dem Murmelthierblute, als in dem Blute anderer Säugethiere.

7. Kali beseitigt sowohl das Säureband, als das Haeminspectrum.

8. Obgleich sich Blutkrystalle aus dem Blute des erstarrten Murmelthieres darstellen lassen, so gehört dieses doch keineswegs su den Blutarten, welche, wie die des Meerschweinchens oder der Ratte, zur Krystallerzeugung besonders geeignet erscheinen.

9. Verletzungen z. B. des Sinus des Schädels oder selbst

der kleineren in der harten Hirnhaut verlaufenden Gefässe erstarrter Murmelthiere führen zu Blutungen, die Stunden lang fortdauern und daher die Thiere nach und nach zum Wachen bringen. Diese Erscheinung rührt von der sehr langsamen Blutgerinnung her. Sammelt man dagegen das Blut in einem kalten Glase oder auf einer kalten Metallplatte, so erstarrt es binnen kurzer Zeit zu einer festen Masse, die sich später, wie gewöhnlich, in Kuchen und in Serum sondert. Die heftigen Blutungen, welche aus dem eben angeführten Grunde die meisten Operationen an erstarrten Murmelthieren begleiten, stören häufig die Ergebnisse, indem sie die Thiere nach und nach aufwecken oder sie in einem Grade schwächen, dass sie nach kurzer Zeit zu Grunde gehen. »

Serbelloni trovò il sangue dei roditori letargici di una consistenza untuosa e meno tenace che quella degli altri mammiferi; avrebbe un sapore disgustoso, nauseabondo ed un odor forte ed insopportabile. Egli rimase sorpreso che rimanga fluido dopo avere perduto tutto il suo calore. Questo autore comparò il sangue di una marmotta sveglia o in letargo con quello di un coniglio.

Gr. 7,9613 di sangue arterioso lo trovò cosi composto:

	Marmotta sveglia grammi	Coniglio grammi	Differenze a favore della marmotta rispetto al coniglio
Acqua evaporata .	6.2628	4.7237	$+ \frac{1}{4}$
fibrina	0.0177	0.0531	$- \frac{2}{3}$
albumina	1.6454	3.1845	$\frac{1}{2}$
gelatina	0.0354	0.0	

Il sangue arterioso di una marmotta bene svegliata contiene un quarto di più di acqua, che quello della lepre e del coniglio, ed egli attribuisce a questa più grande ricchezza in acqua, la fluidità tutta particolare del sangue della marmotta. Questo conterrebbe due terzi meno di fibrina, la metà meno di albumina, ma un po' più di gelatina. Egli, inoltre, trovò che il sangue della marmotta in stato di letargo è identico a quello dell'animale completamente sveglio.

Emette poi una ipotesi, che cioè la qualità del sangue

nei letargici possa molto contribuire alla conservazione della loro *vita effimera*, perchè, se il sangue coagulasse, le sostanze solide non sarebbero capaci di mantenere la vita.

Dubois è stato il primo a studiare i gas del sangue negli animali letargici estraendoli colla pompa a mercurio e facendone poi l'analisi eudiometrica. Ecco le cifre da lui ottenute sulla marmotta comparati con i risultati ottenuti col sangue di un coniglio:

MARMOTTA	TEMPERATURA rettale	PROPORZIONI DI GAS per 100 C_3 di sangue			
Sangue arterioso (della carotide)	C°	O_2	CO_2	N	gas totale
2° giorno di letargo	10,4	15,44	63,23	2	80,67
10° » »	11	18,06	73,06	1,96	93,08
10° » »	8,8	15,4	76,16	2	87,20
In stato di veglia	35,8	15,30	41,33	2,2	58,83
Sangue venoso (della giugulare					
10° giorno di letargo	13,6	6,05	74,05	2,5	82,60
In stato di veglia	35	8,75	52,33	2	63,08
Coniglio					
Sangue arterioso della carotide		11,81	23,63	2,5	37,94
		12,73	26,06	2,4	41,19

Da queste cifre Dubois conclude che l'O_2 del sangue sia quasi sempre uguale, nello stato di letargo o di veglia, ed è falso, secondo lui, di ritenere che, basandosi sul quoziente respiratorio nel letargo, vi sia accumulo di O^2 nel sangue.

Il colore rosso ci starebbe ad indicare, che il sangue sia dovunque arterioso, come si potrebbe credere, appena andiamo a fare una profonda ferita in un animale che si trovi in letargo; però, esaminando il sangue venoso durante questo periodo, si vede che contiene circa tre volte meno O_2 di quello delle arterie.

Come si sa dalla fisiologia, il sangue può essere molto rosso e contenere anche molto CO_2, a patto però che l'ossiemoglobina non sia ridotta, oppure lo sia incompleta-

mente. Contrariamente a quanto farebbe supporre l'analisi dei gas della respirazione, come vedremo appresso, durante lo stato di veglia, appare manifestamente dalle cifre riportate, che aumenta la quantità di O_2 nel sangue venoso.

Sembra inoltre, che il CO_2 sia fortemente accumulato, sia nel sangue arterioso che venoso della marmotta, tanto allo stato di letargo che di veglia. Nella veglia però, la proporzione del CO_2 è diminuita nelle due qualità di sangue. Quindi, questo accumulo di CO_2 nel sangue ci spiega, perchè le marmotte abbiano una tendenza alla sonnolenza, alla ipotermia, appena la temperatura esterna tende ad abbassarsi.

Secondo Valentin, gli stimoli che vengono portati sopra una marmotta per fare le prese del sangue, mettono questa in uno stato di semi-veglia e ciò fu anche confermato da Dubois. Se queste sottrazioni si potessero fare senza che gli animali letargici potessero risvegliarsi, le differenze segnalate fra i due gas sarebbero, secondo me, anche maggiori.

Quando andremo a trattare dello scambio respiratorio, vedremo quanto siano importanti questi stati per comprendere tutte le variazioni, che subisce il quoziente respiratorio.

Si noti inoltre, come i gas estratti dal sangue della marmotta in stato di letargo siano in maggiore quantità che non nel sangue di tutti gli altri mammiferi (come appare dalla tabella riportata): questo aumento si ha solamente dell'O_2 e del CO_2, mai di N. E questo fatto spiegherà anche gli aumenti di peso, che talvolta si osservano in animali in pieno letargo, come si vedrà poi appresso, quando si parlerà delle variazioni di peso.

Secondo Marès il sangue degli animali durante lo stato di letargo è tutto arterioso e mai venoso.

Dubois, inoltre, volle eseguire delle analisi di gas del sangue arterioso e venoso (prendendolo dalla carotide e dalla giugulare) in marmotte, che si trovavano in diversi stati di letargo. Queste sono le cifre (rapporto per cento) da lui ottenute:

A. Analisi dei gas del sangue di marmotte (il numero

non è indicato) svegliatesi spontaneamente durante il periodo del letargo nell'inverno:

Media di 4 dosaggi di gas di sangue arterioso			Media di 3 dosaggi di sangue venoso		
O_2	=	14,35	O_2	=	7,8
CO_2	=	52,3	CO_2	=	53,5
N	=	2,8	N	=	2,6
Gastotale	=	69,45	Gastotale	=	63,9

B. Analisi dei gas del sangue di due marmotte tenute sveglie artificialmente in inverno tenendole in luogo caldo e nutrite da 8 giorni.

Sangue arterioso			Sangue venoso		
O_2	=	14,55	O_2	=	6,63
CO_2	=	57,37	CO_2	=	56,1
N.	=	2,7	N.	=	3
Gas totale	=	74,62	Gas totale	=	65,73

C. Analisi dei gas del sangue di marmotte (il numero non è indicato) in estate e che mangiano da 5 settimane.

Sangue arterioso			Sangue venoso		
T. rettale	=	37°	T. rettale	=	36° 4
O_2	=	15,66	O_2	=	11,13
CO_2	=	48,4	CO_2	=	55,3
N.	=	1,6	N.	=	2,26
Gas totale	=	65,66	Gas totale	=	68,69

Da queste tre serie di esperienze, Dubois giunge alla conclusione, che la quantità totale dei gas è di molto inferiore a quella che si riscontra nel letargo e che la proporzione di O_2 varia poco nei diversi stati suddetti. Altra cosa che risalta si è, che l'O_2 è aumentato di molto nel sangue venoso di una marmotta in stato di completo risveglio nell'estate, e Dubois pensa, che ciò dipenda da un assorbimento dei gas intestinali: nell'estate poi, la proporzione di CO_2 sarebbe molto minore. Ed inoltre non vi sono delle grandi differenze fra il contenuto in gas

durante il periodo dei risvegli artificiali invernali e quello dei gas che si ritrovano durante il periodo estivo.

Capacità respiratoria del sangue. — È stato merito di Dubois di avere espletato anche questa parte interessantissima della fisiologia del sangue in diversi stati della marmotta e per quanto riguarda la capacità respiratoria del sangue rispetto ad O_2 e a CO_2.

In una marmotta in letargo con una temperatura rettale di 10°,4 prese 20 c. c. di sangue arterioso, lo defibrinò battendolo fortemente e dopo fece nel sangue defibrinato l'analisi dei gas, che gli dette questo risultato:

Volume dei gas % a 0° e 760 mm.

		cm. c.
O_2	=	19
CO_2	=	6,50
N.	=	2

In un altra marmotta in letargo da 10 giorni e con una temperatura rettale di 11° la quantità di O_2 ottenuto nel sangue arterioso defibrinato fu di c. c. 18,6.

Da queste esperienze Dubois conclude, che *durante il letargo l'O_2 si accumula nel sangue ma non indefinitamente; esiste un limite, che viene presto raggiunto ed oltre il quale assolutamente non si va.*

Dubois volle quindi provare il punto di saturazione del sangue arterioso defibrinato per la CO_2 nella marmotta nello stato di letargo, completamente sveglia e nel periodo del risveglio.

Ecco sotto forma di tabella il risultato da lui ottenuto:

Punto di saturazione del sangue per CO_2. (Faceva passare CO_2 ed aria per un'ora traverso il sangue defibrinato).

Marmotta	T. Rettale	Volume dei gas % a 0° e 760 mm.		
	°	CO_2	O_2	N.
In letargo.	8,6	124,7	18,6	2,9
Sveglia	34,2	103,55	13,06	2,6
Dopo un risveglio lento	35,4	104,5	10,1	1,3

Da queste esperienze si vede, che il CO_2 trovato nella

marmotta in letargo era ben lontano dal punto di saturazione, ed in questo caso l'O_2 fissato era quasi uguale a quello della esperienza fatta per vedere la capacità respiratoria del sangue per l'O_2. Nella marmotta sveglia, la capacità per il CO_2 si è abbassata come quella per l'O_2. In questo caso la capacità respiratoria per l'O_2 del sangue di una marmotta sveglia, trattato con CO_2, è data da una cifra intermedia fra quelle ottenute dal sangue arterioso e venoso durante la veglia.

In questo caso, la capacità per l'acido carbonico è diminuita come quella dell'ossigeno. Dopo il risveglio si vede, che si è abbassata la capacità respiratoria per l'O_2 ma non per il CO_2. Dubois ritiene, che le cose si comportano come il sangue fosse più concentrato durante il sonno, difatti così avviene.

Densità del sangue. — Dubois eseguì le sue esperienze sopra il sangue arterioso defibrinato e non defibrinato di una marmotta in letargo e nello stato di veglia, e giunse a questi risultati:

	MARMOTTA	
Densità	In letargo	Sveglia
Sangue arterioso non defibrinato	1.071	1.046
» » defibrinato	1.0654	1.0525

Sulle marmotte A. - B. - C. osservai anche io la densità del sangue prima del letargo e alla fine quasi di questo ed i miei risultati concordano perfettamente con quelli di Dubois. Le ricerche furono eseguite sul sangue arterioso:

		MARMOTTA		
	Stato	A.	B.	C.
15 Novembre 1895	Sveglia	1.045	1.050	1.037
10 Marzo 1896	In letargo	1.080	1.075	1.065

Per quanto riguarda le variazioni del peso specifico del sangue nella inanizione completa Popel ha visto con 2 serie di ricerche, ognuna di 5 conigli e 5 cani, facendo delle determinazioni giornaliere, che la densità va continuamente aumentando. La legatura degli ureteri al 4°-7° giorno di digiuno ebbe per effetto la diminuzione di questa sino al disotto della norma.

Quantità totale del sangue e influenza della sottrazione di questo sulla vita. — Dubois determinò la quantità totale del sangue col metodo diretto, sottraendolo cioè dalla carotide, sia nella marmotta in letargo come nella marmotta sveglia.

Marmotta in letargo. — Da una marmotta in stato di letargo, di kg. 3,130, con una temperatura rettale di 8°, ottenne 100 c. c. di sangue ossia gr. 31,30 per kg. Dopo questa sottrazione di sangue la marmotta non morì; legate le arterie, il giorno dopo era sveglia con una temperatura di 30°, 4, però il risveglio non avvenne in condizioni normali, perchè la temperatura si elevò solo di 2°, 6 in quattro ore. Sottoposta questa stessa marmotta ad una nuova sottrazione di sangue, ne dette 90 gr. ma poi morì. Ciò dimostra, che tutto il sangue non viene ad essere cacciato dai vasi durante il letargo e ciò per l'inerzia ed il rilasciamento specialmente dei vasi interni, e sopratutto di quelli dell' addome. Questo poco sangue che rimane, unitamente alla linfa che si trova nel peritoneo, basta per assicurare la sopravvivenza dell' animale. Si noti che Dubois, durante la sottrazione di sangue ebbe sempre un aumento delle respirazioni, costantemente il risveglio dell'animale, e qualche volta anche la morte. Però nota, che il riscaldamento e il risveglio non furono normali: la temperatura stentava molto ad innalzarsi, una volta s'innalzò solamente di 2°, 6 in quattro ore.

Marmotta sveglia. — Dubois da una marmotta di kg. 3,005 ottenne da una sottrazione di sangue fatta dalla carotide, gr. 130 di sangue, ossia gr. 43,26 per kg., però la marmotta morì immediatamente dopo fatta questa sottrazione. Dubois osservò che, nella marmotta sveglia, il sangue scola tre volte più veloce che non nella marmotta in letargo e questa è una cosa, che si comprende abbastanza facilmente.

Anche io rivolsi le mie osservazioni per vedere la quantità di sangue contenuta nei vari animali letargici ma per fare queste ricerche male mi servirono i piccoli animali (ghiri, moscardini, pipistrelli), sicchè dovetti limi-

tare il mio studio alle marmotte alle quali faceva la sottrazione al sangue tagliando ambedue le carotide. Ho eseguito queste esperienze sempre nelle marmotte in stato di veglia, perchè in quelle allo stato di letargo era assolutamente impossibile poter avere un dissanguamento completo.

	Peso della Marmotta kilogrammi	Quantità di sangue ottenuto grammi	Quantitá per kg. degli animali grammi
	3.550	140	39,43
	3.690	155	42,00
	4.100	163	37,56
	3.750	145	38,66
Media	3.772	150	39,41

È una cifra che si riavvicina completamente a quella trovata da Dubois.

Emoglobina. — Dubois esaminò col metodo di Malassez il quantitativo di emoglobina nel sangue arterioso e venoso (femorali) di una marmotta in stato di letargo e di veglia, ottenendo questo risultato:

	Quantità di emoglobina °/₀	
	Marmotta: In Letargo (T. 15°)	Sveglia (T. 35°)
Sangue arterioso	8,5	7,25 - 7,50
Sangue venoso	7,50 - 7,75	7,25 - 7,50

Dubois fa notare che le cifre dell'emoglobina, quando la marmotta è sveglia sono un pochino basse, perchè l'esame fu fatto sopra una marmotta alla fine del letargo (11 maggio).

Quincke volle ricercare in una marmotta l'emoglobina, e dosata col metodo colorimetrico era di 8,8 °/₀ (uguale a 64 °/₀ del normale).

Anche io rivolsi la mia attenzione allo studio del contenuto emoglobinico nel sangue delle marmotte allo stato di letargo e di veglia, però, a differenza di tutti gli altri sperimentatori, io ebbi a mia portata un metodo molto preciso di determinazione dell'emoglobina, quale

mi era appunto dato dallo spettrofotometro di Krüss. Queste ricerche furono da me eseguite parte in Genova nell'anno 1895-96 nel laboratorio del non mai troppo compianto marchese Professor Capranica e parte nell' anno 1907 in Roma, sopra due marmotte in pieno letargo, che furono poste a mia disposizione per le opportune determinazioni dal mio collega ed amico A. Della Valle, che sento il dovere di ringraziare per la grande cortesia e gentilezza che mi ha dimostrato.

Le analisi dell'ossiemoglobina furono da me eseguite con lo spettrofotometro di Krüss messo a mia disposizione dal prof. Gaglio, Direttore dell' Istituto Farmacologico di Roma, al quale rivolgo anche ora vivissimi ringraziamenti.

Le analisi furono da me eseguite nella regione spettrale D 32 E — D 54 E corrispondente a λ λ 570.5 — λ λ 554.9 e il sangue venne diluito con acqua distillata in modo da avere una diluizione dell'1 : 200.

Ebbi anche l'avvertenza di fare la determinazione allo spettrofotometro, quasi immediatamente dopo tolto il sangue dell' animale, perchè coll'andare del tempo non avvenissero delle modificazioni in questo.

Sotto forma di tabella espongo i risultati da me ottenuti. Da queste cifre appare manifesto che nello stato di letargo la quantità di ossiemoglobina si trova in quantità crescente, passando dalla giugulare alla carotide e alla vena porta e ciò dipende, come si vedrà appresso, dalla maggiore quantità di corpuscoli rossi, che sono contenuti nei vari territori vasali, nei quali era stato rivolto l'esame.

Marmotta	Stato	Carotide	Giugulare	Vena Porta
1	Letargo	0.1859	0.1102	0.2549
2	»	0.1959	0.1195	0.2655
3	»	0.1870	0.1084	0.2549
4	»	0.1770	0.1043	0.2578
Media	——	0.1862	0.1106	0.2582
1	Sveglia	0.1540	0.1500	0.2045
2	»	0.1643	0.1584	0.2260
3	»	0·1584	0.1550	0.2143
4	»	0.1595	0.1550	0.2041
Media	——	0.15905	0.1546	0.2122

Corpuscoli Rossi e Corpuscoli Bianchi. — Vierordt ha visto, che nella marmotta in letargo il sangue venoso differisce poco dall'arterioso, e ciò dipende, secondo lui, dalla debolezza degli scambi, ed aggiunge che la cifra dei globuli per mm. c. può scendere da 7 milioni a 2.

Durante il letargo si avrebbe una deglobulizzazione; Vierordt, difatti, ha trovato che i corpuscoli da 5.800000 vanno a 2.300.000.

Dubois contò i globuli rossi in diverse marmotte, sia allo stato di veglia che di letargo e prendendo sempre il sangue dai grossi vasi. Ecco le cifre da lui ottenute:

Numerazione dei globuli rossi.

Date della osservazione	Sveglia	Letargo	Sangue arterioso	Sangue venoso	Sangue della Vena Porta	Temperatura rettale
13 novembre	alla fine dell'estate .	»	4.290.000	4.135.000	»	35°,3
20 gennaio	»	17.° giorno di letargo	4.560.000	»	»	6,6
20 gennaio	»	3.° giorno di letargo	5.255.000	»	»	7,6
5 febbraio	marmotta che ha mangiato	sveglia	4.820.000	4.910.000	5.290.000	36
12 febbraio	»	in letargo	5.320.000	5.765.000	5.675.000	5,6
15 febbraio	svegliato, lo stesso animale di sopra.	»	4.730.000	4.905. 00	5.885.000	34,2
? ?	»	»	5.570.000	3.140.000	»	11
11 maggio	fine del letargo. . . .	»	2.930.000	2.540.000	»	15
11 maggio	id. stesso animale di sopra	sveglia	2.070.000	2.530.000	·	35

Quincke vide in una marmotta che i corpuscoli rossi erano 3, 5 milioni, ossia 70 % del normale. Al microscopio questi corpuscoli rossi erano di forma normale, però di grandezza differente e contenevano anche delle piccole goccie gialle.

Quincke da ricerche fatte conclude, che nella milza,

nel midollo rosso e nel fegato vi siano abbondanti forme di passaggio di corpuscoli rossi; questo fatto corrisponde a quanto è stato visto nel sangue circolante ed a quanto aveva osservato Vierordt in una ricerca. Dopo il risveglio il ferro che si trova in questi organi servirà senza dubbio alla produzione dei corpuscoli rossi. Questa neoformazione di corpuscoli rossi si ritrova molto limitata nella marmotta letargica, perfino nel midollo rosso delle ossa, come l'autore ha potuto vedere in giovani marmotte in letargo.

Secondo Quincke lo sterno di una marmotta in letargo conteneva molte cellule midollari cariche di ferro, mentre non ne conteneva il midollo del femore. Ricercata da lui poi la milza per la siderosi, le cellule della polpa contenevano dei grossi granuli di ferro, che si riconoscevano sin ad occhio nudo e trattandoli con solfuro di ammonio.

La numerazione dei globuli bianchi fu eseguita da Quincke sopra una marmotta allo stato di letargo e di veglia ed ottenne questi risultati:

		Sangue		
Marmotta	**Temp.**	**Carotide**	**Giugulare**	**Porta**
In letargo	8°, 6	4.000	7.000	9.000
Sveglia	34°, 2	7.000	12.000	9.000

Secondo Quincke nel sangue della marmotta in letargo i corpuscoli bianchi sono molto pochi, ma non mancano, come riteneva Valentin.

Da queste cifre si vede manifestamente, come la marmotta alla fine del letargo presenta una vera deglobulizzazione. Durante il letargo, invece, si riscontra una vera iperglobulia; pensando però alla densità del sangue e alla quantità dei gas che vi si ritrovano, si vede che questa iperglobulia non è che relativa. Inoltre poi in queste esperienze si deve tener conto delle variazioni individuali e del punto al quale si trova il letargo. Dobbiamo anche ritenere che esiste una vera e propria influenza delle stagioni, perchè, per esempio, dalle cifre di Dubois, appare che nel mese di maggio una marmotta in letargo ha due volte meno di globuli rossi nel sangue arterioso, che l'al

tra allo stato di veglia nel mese di gennaio. L' aumento poi dei globuli bianchi nello stato di veglia, specialmente nel sistema venoso, si spiega colla ripresa della circolazione linfatica al momento del risveglio e per il rientrare che fa nel torrente circolatorio la linfa peritoneale. L' avere poi ritrovate le stesse cifre di corpuscoli bianchi nella vena porta, sia nello stato di veglia come nello stato di letargo, dipende da che esistono certi tronchi linfatici voluminosi attorno alla vena porta, che non si riconoscono se non nel periodo di letargo e che nello stato di risveglio si vede, che non si gettano nella vena porta ma direttamente nel fegato.

Credetti cosa interessante da parte mia di ricercare il quantitativo dei corpuscoli bianchi e rossi di quelle marmotte, che mi erano già servite per vedere il quantitativo di emoglobina esistente nel loro sangue. Come si vedrà dai risultati che qui riporto più in basso, sotto forma di tabella, questi concordano con quanto era stato visto dagli autori che mi precedettero in questo studio.

La numerazioue sia dei globuli rossi come anche dei globuli bianchi fu eseguita col noto metodo di Thoma-Zeiss.

Numerazione dei globuli rossi e dei globuli bianchi.

Numero della marmotta	Temp. rettale (Celsius)	STATO	Globuli rossi [1]			Globuli Bianchi		
			A. Carotide	V. Giugulare	V. Porta	A. Carotide	V. giugulare	V. Porta
1	10.5	Letargo 15.° giorno.	5.250	5.450	5.620	3.800	6.800	8.500
2	7.5	» 8.° »	5.350	5.565	5.700	4.100	6.950	8.700
3	9.0	» 20.° »	5.400	5.610	5.780	3.850	6.890	8.760
4	10.8	» 30.° »	5.500	5.760	5.850	3.650	6.950	8.690
1	36.0	Sveglia in luglio	4.540	4.900	5.150	6.500	11.200	8.900
2	36.5	» fine del letargo	4.500	4.950	5.200	6.600	11.300	9.100
3	36.4	» in ottobre	4.650	5.000	5.150	6.480	10.940	8.955
4	36.7	» in settembre	4.700	5.100	5.200	6.560	11.150	9.125

[1] Il valore del numero dei globuli rossi è in milioni e per brevità sono state soppresse le ultime tre cifre unitarie (sempre tre zeri).

Un fatto che risulta manifesto dalle cifre da me riportate si è che, durante lo stato di letargo esiste un aumento di corpuscoli rossi, mentre invece c' è una diminuzione marcatissima di corpuscoli bianchi. La diminuzione di questi ce la dobbiamo spiegare con la diapedesi che si avvera sicuramente durante lo stato di letargo e che ci spiega la grande quantità di linfa che si ritrova nella cavità peritoneale di tutti gli animali letargici, quando si trovano in tale stato. L' aumento poi dei corpuscoli rossi è dovuto ad una maggiore concentrazione del sangue, consecutiva appunto ad una deacquificazione di questo. Ben a ragione, però, dobbiamo ritenere con Dubois, che questo aumento dei corpuscoli rossi è solo relativo e non assoluto. Ad ogni modo questo aumento viene a spiegarci la quantità maggiore di emoglobina, che costantemente si ritrova in tutti gli animali in stato di letargo. Molto giustamente è stato sostenuto che per i corpuscoli rossi è solo relativo, perchè alla fine del letargo, nel maggio e nell'aprile, quando il sangue ha ripreso il suo quantitativo normale di acqua, i corpuscoli rossi si trovano enormemente diminuiti e questa distruzione dei corpuscoli rossi si deve sicuramente ascrivere al fatto che, durante lo stato di letargo sono serviti per mantenere in vita l' animale, che si trova in tale stato.

Sarà certo una cosa molto interessante, per venire alla spiegazione di molti fatti, forse ancora poco sicuri, il paragonare le variazioni che avvengono nel contenuto emoglobinico, a carico dei globuli rossi e bianchi fra animali letargici, ed animali superiori, e l' uomo, che si trovino allo stato di digiuno. E qui ritengo sia cosa interessante riportare le osservazioni che io feci insieme al mio amico Jacoangeli sul digiunatore Succi, quando questi, nel 1893, compiva qui in Roma uno dei suoi digiuni. Noi eseguimmo la determinazione dei globuli bianchi e rossi sul digiunatore, col metodo di Thoma-Zeiss e quelle dell' ossiemoglobina per mezzo dello spettrofotometro del Krüss nella zona spettrale D32E D54E corrispondenti a $\lambda\lambda$ 570,5 — $\lambda\lambda$ 554,9.

Giorni di digiuno	Globuli (per mm. c. di sangue) Rossi	Bianchi	Rapporto Globuli bianchi / Globuli rossi	Ossiemo-globina
1	5.800.000	15.600	1 : 372	0.157
6				0.090
13	4.400.000	4.400	1 : 1020	0.187
20	5.800.000	8.400	1 : 890	0.128
1 giorno dopo	5.950.000	8.000	1 : 745	0.177

Io ritengo che sia cosa molto interessante il paragonare i miei risultati a quelli ottenuti dagli altri autori in animali tenuti a digiuno e nell' uomo.

Hermann e Groll hanno tenuto in assoluto digiuno dei conigli sino ad 8 giorni, dei gatti sino a 22 giorni e dei cani sino a 21 giorni e contemporaneamente dosarono l'emoglobina secondo il metodo di Fleischl e il contenuto in sostanza secca e designano come quoziente emoglobinico il rapporto fra l'emoglobina e la sostanza secca. Questo quoziente aumentò in 12 ricerche, tre ricerche, però dimostrarono chiaramente che in un digiuno molto prolungato il quoziente, alla fine, può notevolmente diminuire. Appena il cane sul quale si sperimentava venne di nuovo nutrito questo quoziente, che sino ad allora era enormemente aumentato, diminuì rapidamente, per poi aumentare pian piano di nuovo. Un digiuno successivo aumentò nuovamente questo quoziente. Secondo queste ricerche l'emoglobina aumenta relativamente, mentre invece la sostanza secca va diminuendo: in genere, conclude Hermann, che l'emoglobina si consuma meno rapidamente durante l'inanizione di tutte le altre sostanze contenute nel sangue. E ravvicina questo fatto molto interessante, da lui trovato, a quanto era stato visto da Chossat, che cioè il solo sistema nervoso è quello che si logora di meno durante il digiuno. In questo stato, dunque, l'emoglobina e il tessuto nervoso, gli elementi più importanti per il mantenimento della vita, sono quelli che più di tutti resistono nella rapida denutrizione generale dell'organismo. È giusto però ritenere che, antecedentemente (1882) a questi studi di Hermann e Groll (1888) Luciani e Bufalini ese-

guirono delle ricerche di dosaggio dell' emoglobina col metodo di Bizzozero in una cagna tenuta per 43 giorni in perfetto digiuno (poteva bere acqua a volontà). Nei primi giorni l' emoglobina ebbe un aumento e negli ultimi una diminuzione. Negli ultimi 12 giorni il contenuto in emoglobina rimase assolutamente costante e così anche, contemporaneamente, rimase costante anche l'eliminazione dell' urea. Nei primi giorni del digiuno si ebbe una più forte concentrazione del sangue a causa della perdita di acqua, per cui aumentò il contenuto in emoglobina. La cagna ebbe febbre quando le si fece la trasfusione di sangue ossigenato e lo stesso avvenne quando si immise nel torrente circolatorio sangue saturato di ossido di carbonio; in quest'ultimo caso si ritrovò sempre nell' urina emoglobina normale.

Luciani, più tardi, eseguì delle ricerche analoghe nell' uomo, ossia sul digiunatore Succi in uno dei suoi digiuni di 30 giorni con metodi di ricerca molto migliori. I corpuscoli, sia le emazie come i leucociti, furono numerati col metodo di Hayem e la quantità di emoglobina col metodo di Fleischl.

Secondo lui, nel digiuno si nota una forte diminuzione del numero dei leucociti, che in parte viene ad essere mascherata dalla maggiore concentrazione del sangue, fatto questo già osservato da C. Voit. Le variazioni di numero nei corpuscoli si debbono spiegare, secondo lui, come dipendenti da un allungamento passeggiero del sangue, basato sopra una maggiore introduzione di acqua. La quantità di emoglobina si comporta in generale come il numero dei corpuscoli rossi. I leucociti dal giorno 1.° al 7.° di digiuno diminuirono molto di numero (14540-860) e contemporaneamente divennero piccoli di volume. Quindi il loro numero aumenta di nuovo sino a 1550, anche la grandezza ritorna normale e tale rimane sino alla fine del digiuno. Luciani, basandosi sopra una ricerca di Albertoni, secondo il quale la tripsina avrebbe una proprietà distruggitrice dei leucociti, ammette che queste variazioni dei corpuscoli bianchi nel digiuno si debbano ascrivere al passaggio della tripsina dal pancreas nel sangue nei primi giorni di digiuno. Secondo lui, le piccole forme leu-

cocitarie sparirebbero poi dal sangue, perchè vengono ad essere distrutte.

Senator e Müller istituirono anch' essi delle ricerche sopra i corpuscoli rossi nei digiunatori Breithaupt e Cetti e giunsero ad avere gli stessi risultati di Luciani. Questi autori ritengono però inverosimile l'ipotesi di Luciani sopra i corpuscoli bianchi.

Fibrina — Albumina — Acqua.

Dubois analizzò la fibrina del sangue di marmotte, che si trovavano in diverso stato:

Marmotta	Temp. rettale gradi Celsius	Fibrina in 100 cc. di sangue grammi
in letargo	8,6	0,70
dopo un risveglio ottenuto dietro una forte sottrazione di sangue	35,4	1,50
Sveglia. Normale	34,2	1.00

Ho eseguito anche io delle ricerche analoghe sopra marmotte in letargo e completamente sveglie.

Marmotta	Temp. rettale gradi Celsius	Fibrina in 100 cc. di sangue gr.	Media
1	10	0.75	
2	9.5	0.66	0.705
3	36.5	1.10	
4	37	1.25	1.175

La quantità di fibrina aumenta dunque, nel risveglio, anche dopo una forte sottrazione di sangue, come nel caso di Dubois.

Non si comprende come Serbelloni abbia potuto trovare la quantità di fibrina uguale sia in una marmotta in letargo che sveglia, se non ascrivendo ciò ad errore di metodo di ricerca.

Contenuto in acqua del sangue.

Dubois lo ricercò nel sangue arterioso e venoso (femorali) disseccandolo poi a 100 in presenza di acido solforico.

Temperatura rettale (Celsius)	sangue arterioso	sangue venoso	Media	Differenza a favore della marm. sveglia
35	845,095	837,005	841,500	+ 41,103
11	797,570	802,325	797,947	

Io eseguii le mie esperienze sopra il sangue di quattro marmotte, due nello stato di letargo e due di veglia, essiccando il sangue a 105° sino a che non si otteneva un peso costante.

Ecco i risultati ai quali sono giunto:

Acqua per mille nel sangue delle marmotte:

Temperatura rettale (Celsius)	sangue arterioso	sangue venoso	Media	Differenza a favore della marm. sveglia
37	843.571	838.200		
36.5	850.684	842.743		
Media . . .	847.127	840.471	843.799	+ 45.984
11	800.151	799.541		
10.5	796.785	792.785		
Media . . .	798.468	796.163	797.815	

Dubois ricercò anche le *materie solubili nell'etere contenute nel sangue delle marmotte in stato di veglia e di letargo.* Prese il sangue dalla carotide, legando o no altri vasi ed estrasse con etere.

Presa del sangue nell'arteria carotide	Quantitá di materia solubile nell'etere per 100 gr. di sangue			
	Marmotta in letargo			Marmotta sveglia
vena cava legata	Temper. rettale	11°.4	gr. 0.260	gr. 0.360
nessuna legatura	»	11	» 0.058	» 0.337
vena porta legata	»	11.6	» 0.516	» 0.791
vena porta e arteria epat. legata	»	11.4	» 0.414	» 1.000

Dubois non indica la temperatura nelle marmotte sveglie. Si vede dalla sua tabella che le materie solubili in etere sono contenute in maggior quantità nel sangue quando la marmotta è sveglia, ciò che fa supporre, che in stato di letargo le sostanze grasse sono portate in qualche riserva. Bisogna però vedere in quale momento queste riserve arrivano nel sangue e per quale via. Dubois osservò una sola volta in una marmotta in letargo i vasi chiliferi albescenti, però non eseguì alcun esame chimico.

Io non ho mai osservato ciò, quantunque abbia sezionato un discreto numero di marmotte e di altri animali letargici.

Per quanto riguarda il contenuto in grasso del sangue negli animali tenuti a digiuno Fr. N. Schulz trovò, che questo grasso nei colombi e nei conigli, dopo 1-5 giorni di digiuno, era costantemente aumentato, quantunque in maniera molto differente (30-50-83, 100 $^0{}_0$). Egli perciò ritenne che questo aumento di grasso che si ritrova nel sangue doveva ascriversi ad un trasporto che avveniva dai luoghi di deposito comuni del grasso sino al sangue, in modo che questo poteva essere completamente ossidato nel torrente circolatorio.

Daddi potè confermare quanto era stato osservato da Schulz, specialmente per periodi brevi di digiuno, però dal 14.º giorno di digiuno in poi, potè constatare una forte diminuzione dell' estratto etereo, che diveniva sempre più grande verso la fine del digiuno. Però, come giustamente fa osservare Weber, i risultati ottenuti da Schulz e dal Daddi hanno un valore molto ristretto dopo quanto hanno trovato Cohnstein e Michaelis sulla funzione lipolitica del sangue, a causa della quale i risultati delle analisi possono venire influenzati. Difatti le analisi di Cohnstein e Michaelis, eseguite sul sangue di un animale a digiuno da 35-48 ore ci fanno vedere una quantità di estratto etereo molto minore di quello che non lo diano le analisi del sangue di animali, che venivano alimentati riccamente con grasso.

Potere glicolitico del sangue. Dubois volle vedere anche il potere glicolitico del sangue. Ecco la tabella che riporto dal suo lavoro:

Zucchero distrutto in 3 ore $^0/_{00}$ gr. di sangue:

	T. 35°	T. 12°
Marmotta sveglia		
Sangue arterioso	0.105	0.109
» della porta	0.244	0.097
Marmotta in letargo		
Sangue arterioso	0.133	0.087
» della porta	0.144	0.103

Quando la marmotta è sveglia dunque il sangue arterioso ha un potere glicolitico uguale sia nella veglia che nel letargo, mentre non è lo stesso pel sangue della vena porta.

Mentre invece quando la marmotta è in letargo il sangue della porta non presenta differenza alcuna sia riscaldandolo che raffreddandolo; il potere glicolitico sembra accresciuto col calore nel sangue arterioso.

Questa proprietà del sangue esiste quindi sia nello stato di veglia che di letargo. Il fenomeno iniziale quindi della calorificazione sarebbe la saccarificazione del glicogeno, ossia avverrebbe un processo di idratazione, perchè nell'organismo di una marmotta, nel letargo profondo, non si ritrova assolutamente glucosio, ciò che è stato anche veduto molte volte da me stesso.

Per quanto riguarda il contenuto in zucchero del sangue Seegen ha visto (però con risultati e con metodi che sono stati universalmente attaccati), che in tutte le ricerche nei cani al 6.°-10.° giorno di digiuno, il sangue della vena porta era più ricco in zucchero che non quello arterioso.

Otto e von Mering non trovarono affatto cambiato il zucchero del sangue in casi di inanizione non molto prolungata, anzi talvolta nei primi giorni era un pochino aumentata. Il sangue venoso aveva maggiore quantità di zucchero o al massimo uguale di quello arterioso.

CAPITOLO VII.

La circolazione del sangue negli animali in letargo.

Gli antichi ricercatori non si occuparono molto di vedere come si comportasse la circolazione del sangue nei mammiferi in letargo. Sulzer contò sino a 150-200 pulsazioni nel criceto allo stato normale di veglia, mentre durante il letargo, esternamente non se ne poteva contare nessuna; solo dopo aperta la cassa toracica ne potè contare 14-15.

Daubenton dice che nel criceto il cuore dà 15 pulsazioni al minuto ed il sangue rimane completamente fluido.

All' occhio profondo dello Spallanzani non sfuggì nemmeno questo tema per farlo argomento di sue minuziose ricerche. Difatti in un moscardino contò da 10 a 12 pulsazioni, ad una temperatura di + 9°,25 R.

Spallanzani fu il primo ad osservare la circolazione sanguigna, durante il letargo, per mezzo di un microscopio nelle ali della *vesperugo noctula* e della *vesperugo ferrum equinum.*

Buone osservazioni, per i suoi tempi, le ritroviamo nella memoria di Saissy, il quale si esprimeva con queste testuali parole, per quanto riguarda la circolazione del sangue, la quale é « comme leur chaleur naturelle et leur respiration, sous l'influence de la température de l'atmosfère. En effet, leur pouls est fort fréquent en été; les fraîcheurs de l'automne le ralentissent d'une manière bien sensible. Il est très-faible et très-lent quand ces animaux s'engourdissent et au moment de leur réveil. »

Saissy osservò, che quando gli animali letargici sono svegli, le pulsazioni che presentano sono numerose. Riporta nella sua memoria solamente due serie di osservazioni fatte in proposito:

Data	ora	Temp. atmosf.	Barometro pollici	Barometro linee	Marmotta pulsazioni arteria ascell. e femorale
1806 agosto 9	7 sera	19	27	7	90
1806 nov. 11	4 sera	6	27	8	90

Data	ora	Pulsazioni cuore Marmotta	Riccio	Moscard.	Pipistrello
1806 agosto 9	7 sera	90	75	105	30
1806 nov. 11	4 sera	30	25	60	30

Per prendere le pulsazioni del riccio mise il cuore allo scoperto, però non crede molto alla fedeltà di questo metodo. Nel letargo il cuore di questo animale dà al massimo nove o dieci pulsazioni al minuto primo.

In una marmotta in letargo a torace aperto il cuore faceva 10-12 pulsazioni per minuto. Il numero di queste pulsazioni andava sino a 20, quando applicava il conduttore del polo zinco della colonna di Volta sul nervo diaframmatico e quello del polo rame sul muscolo sternomastoideo. Appena levati i conduttori, le pulsazioni cardiache ritornavano al normale. Gli stessi risultati ottenne sopra i ricci, i moscardini e i pipistrelli. Osservò inoltre nei moscardini, che appena incominciano ad entrare in letargo, oppure quando si ridestavano, il cuore non dava che 20-25 pulsazioni al minuto primo.

Queste sono le conclusioni che trae dalle sue esperienze:

« 1.° La circulation du sang, chez les hybernans, est sous l'influence de la température de l'atmosphère.

2.° Leur sang se meut avec une extrême lenteur quand ils commencent à s'engourdir, ou lorsqu'ils sortent de cet état.

3.° Lorsque la torpeur est complète, les vaisseaux capillaires de l'extérieur du corp sont presque vides. Les plus gros ne sont pleins qu'à demi ; et le sang y est dans un état de stagnation.

4.° Les artères et les veines de la cavité abdominale sont pleines et comme injectées ; mais le sang y est sans mouvement.

5.° Ce fluide se meut (ce mouvement est plutôt ondulalatoire qu'une vraie circulation) dans le coeur, l'aorte pectorale, les troncs des souclavières et des carotides primitives, par l'impulsion que lui donne l'action organique et vitale du premier.

6.° Enfin, le sang de ces animaux, même dans leur plus profond léthargie, n'est point figé, comme l'ont avancé

quelques écrivains mais seulement en stagnation apparente. »

Mangili anche fece delle osservazioni molto esatte sopra la circolazione degli animali letargici. Spiega sempre con quelle sue parole incisive il fenomeno della circolazione, difatti, in un punto rimarca che:

« La circolazione egualmente continua con un *languore proporzionato.* È quello che ho rimarcato nella funzione della respirazione. »

E con l'aiuto del microscopio potè vedere la circolazione in un'ala di un pipistrello, descrivendo così questa sua ricerca:

« E subito dispiegai sotto un buon microscopio l'ala di un pipistrello assiderato, ed osservati attentamente per qualche tempo i piccoli vasi che vi si diramano, notai in taluni di essi la diastole e la sistole, e quindi un tenue avanzamento del sangue per entro a questi vasi. » Come abbiamo già visto in altro capitolo, dice che non potè proseguire ulteriormente questa analisi, perchè il pipistrello per l'incomoda posizione si scuoteva e si risvegliava. « Solo potei notare che questa ha luogo, ma in una maniera la più lenta, non continua e che si fa a riprese. »

Mangili, aperto il torace di una marmotta in letargo vide che:

« Il cuore poi, con qualche mia sorpresa, continuò le sue pulsazioni per più di 3 ore, dapprima più frequenti e vivide, poi si fecero più rare e languide, talchè in capo a 3 ore ne poteva contare 4 per ogni minuto, dove sul principio ne ho contate più volte in egual spazio di tempo dalle 10 alle 18. »

Decapitata una marmotta (nota che uscì pochissimo sangue) in stato di completa veglia, ed aperto quindi il torace vide, che il cuore dava da 27 a 28 pulsazioni al minuto,

dopo	16'	Pulsazioni	12
»	14'	»	8
»	10'	»	3-4.

Le pulsazioni cessarono completamente dopo 10', ossia dopo 50' dalla decapitazione dell'animale.

« Mentre il cuore della marmotta letargica, tre ore dopo, dava quattro pulsazioni al minuto, la quale differenza prova che questo principio della irritabilità si va aumentando durante il letargo. »

Mangili uccise due ricci in stato di veglia; uno presentava, appena ucciso, nell' addome una temperatura di 25° R. (riccio N.° 2), l' altro di 27° R. (riccio N.° 3) nella stessa regione.

Il cuore del primo seguitava a pulsare anche dopo un' ora e mezza, anzi, l' orecchietta destra, persino due ore e mezza dopo che l'animale era stato ucciso (interessante questa osservazione fatta da Mangili del seguitare a pulsare della orecchietta destra, specialmente per quanto poi si è visto nei tempi moderni nella fisiologia della fibra muscolare cardiaca), e nel secondo il cuore seguitò a pulsare dopo un' ora e mezza.

Tiedemann aprì le carotidi ad una marmotta, in letargo, il sangue fuoruscì abbastanza lentamente; notò però, che usciva con un determinato ritmo.

Reeve crede anche lui che sia l' influenza del freddo a diminuire l' azione del cuore e delle arterie. Così il criceto non ha che 15 pulsazioni per minuto quando è in letargo, in luogo di 150; il pipistrello ne ha spesso 200-100 allo stato di veglia e solamente 60 all' inizio del letargo e 14 in pieno letargo, quando anche si possono contare, perchè molto deboli. Nel moscardino sveglio, secondo lui, le pulsazioni del cuore non si possono contare, tante sono di numero; all'inizio del letargo sono 88, nel letargo leggiero se ne possono contare 36, poi 20, 19, 16 se il letargo non è così profondo da annullare assolutamente l' attività cardiaca.

Prunelle trovò nei pipistrelli in stato di veglia, 200 pulsazioni cardiache al minuto, mentre durante il letargo ne hanno solamente 50-55.

Lo stesso autore mise allo scoperto l'arteria e la vena femorale di una marmotta in letargo e fece attorno ad ognuna di queste due legature; dopo due minuti non si osservava assolutamente alcun rigonfiamento a carico sia dell'arteria come della vena. Tagliata l'arteria, nella sua parte centrale, al disopra della legatura, non uscì che po-

chissimo sangue e abbastanza lentamente. Rilegata l'arteria, dopo 33 minuti, l'animale era completamente sveglio, ed appena l'arteria fu riaperta di nuovo il sangue sgorgò abbastanza velocemente, in modo che *la marmotta morì dopo pochi minuti.*

Secondo Palmer, nel pipistrello in stato di letargo la circolazione vi si continua al punto, che il polso batte ancora 28 volte al minuto.

Czermack sostenne, che è impossibile vedere le pulsazioni cardiache coll' occhio e col tatto in un ghiro letargico, però, appena aperto il torace, si potevano vedere delle pulsazioni regolari, come nei cheloni.

Hall fece delle esperienze interessantissime sopra il cuore e la circolazione sanguigna degli animali letargici. Un ghiro, che era in letargo da 150 ore, subì la distruzione del midollo spinale e l' asportazione del cervello verso la mezzanotte del giorno 9 marzo. Fatta questa operazione, involtò molto bene l' animale, il cuore seguitò a pulsare vigorosamente per quattro ore. Alle sette del mattino seguente il cuore seguitava ancora a pulsare, così anche alle 10 e alle 11,30 ant. Nel pomeriggio i due ventricoli erano assolutamente inerti, se prima non venivano stimolati. Hall volle quindi vedere come si fossero comportate le cose in un ghiro completamente svegliato. Il 20 aprile alle 6 ant., ad una temperatura ambiente di 53° F., fece la sezione del midollo spinale, al livello del bulbo, in uno di questi animali, ed osservò che: « the beat of the right ventricle continued upwards of two hours, that of the left ventricle ceased almost immediately; the left auricle ceased to beat in less than a quarter of an hour; the right auricle also ceased to beat long before the right ventricle. »

Hall vuol vedere una speciale eccitabilità nel ventricolo sinistro degli animali letargici e crede che il cuore di questi animali venga posto in attività a causa della grande venosità del sangue. Troppo interessanti sono le conclusioni di Hall sopra questo punto, perchè io mi riserbi di riportarle:

« 1. That the irritability of the heart is augmented in continued lethargy in an extraordinary degree.

2. That the irritability of the left side of the heart is then little, if at all, less irritable than the right, — that it is, in fact, vene-contractile.

3. That, in this condition of the animal system, the action of the heart continues for a considerable period indipendently of the brain and spinal morrow. »

E tanto più trovo interessante l'aver riportate queste conclusioni di Hall, perchè nel terzo capoverso io vi trovo indubbiamente l'embrione di quella teoria dell'origine muscolare della pulsazione cardiaca, che fu illustrata poi e con onore da Gaskell, Engelmann, e dalle loro scuole.

Hall mise sotto al microscopio l'ala del pipistrello (Vesperugo noctula) e vide, che mentre la respirazione è quasi sospesa, la circolazione prosegue continuamente nelle arterie e nelle vene. E ciò dipende da: « This in the irritability, and especially the irritability of the left side of the heart. The left side of the heart, wich is, in the hybernating animal, in its state of activity, as in all the other mammalia, only arterio-contractile, becomes veno-contractile. »

Anche Barkow eseguì delle esperienze sul cuore e sulla circolazione degli animali in letargo (nei criceti, negli spermofili, ma più specialmente nei ricci).

La circolazione del sangue viene ad essere molto diminuita all'inizio del letargo, alla fine è anche più dimiminuita, però anche in pieno letargo non è mai annientata, anzi viene ad essere aumentata nel caso si porti qualche stimolo sulle mucose, nell'intestino o sulla pelle. Barkow, tagliando la pelle di questi animali ne vide uscire pochissimo sangue. Osservò però che il loro cuore lasciato in situ, pulsava anche entro 24 ore.

Al Valentin dobbiamo il più gran numero di esperienze sul cuore e sulla circolazione del sangue nei letargici.

Vide che si può lasciare conficcato un ago per 24 ore nel ventricolo, senza che si abbia il risveglio. Talvolta questa operazione fa sì, che non si abbia una pulsazione del cuore dopo 3-4 minuti mentre altre volte il letargo divenne più profondo (causalmente!) e la quantità dei battiti cardiaci decresce poco a poco.

Le pulsazioni cardiache durano più a lungo nel letargo

profondo e così si possono avere 7 pulsazioni in 10'', 15 in 4'', 70 in 85''. Quando le pulsazioni sono rare la durata della sistole è più corta rispetto alla diastole. Valentin osservò, che qualche volta l'ago piantato nel cuore non dà alcun movimento e allora può essere che il cuore si trovi in stato di peristalsi.

Fatta la prova con l'idrogeno solforato ed immesso nel retto, vide che questo mette 31 volte di più a comparire nell'aria espirata da una marmotta in letargo di quello che non lo sia nel coniglio; ciò significa che probabilmente la durata della circolazione è di minuti $3\ ^1/_2$-4. Il cianuro di potassio non dette risultati concludenti. Non mancò anche di fare delle osservazioni al microscopio sulla circolazione nel mesenterio delle marmotte in letargo e potè credere ad una interruzione della circolazione nelle arterie e nelle vene, che hanno un $^1/_{20}$ di mm. almeno di diametro; non si riconosceva e non si aveva alcuna pulsazione, ma una corrente lenta e regolare; ogni movimento respiratorio profondo l'accelerava un pò. Secondo Valentin, la circolazione cerebrale non offre alcuna differenza, per quanto riguarda lo stato di ripienezza dei vasi del cervello e delle sue membrane, fra la veglia e il sonno.

Le pulsazioni cardiache potevano essere aumentate, quando si batteva sul tavolo, ove si trovava la marmotta in letargo, oppure si metteva dell'acido solforico sopra le zampe, e ciò dipende da eccitazioni riflesse sul vago. Valentin, infine, si occupò anche di ricercare la pressione sanguigna, operazione questa che viene ad essere facilitata, dietro la persistenza della fluidità del sangue sino alla fine del letargo. Durante il letargo leggero, la pressione carotidea è un pò più piccola che negli altri animali, è uguale cioè a 53 mm. al massimo. È cosa probabile, che nel letargo profondo sia ancora più debole, perchè le eccitazioni operatorie non fanno naturalmente che aumentare i movimenti del cuore. Vide, che negli intervalli delle pulsazioni, la pressione diminuisce sino a che non si presenta una nuova pulsazione cardiaca. Le variazioni che si verificano nella pressione ad ogni contrazione del cuore, variano da 2 a 6 millimetri.

Vedremo poi le variazioni che subisce la pressione sanguigna in rapporto alla respirazione. « Nella marmotta in stato di letargo profondo, il sangue è in riposo durante dei periodi proporzionalmente lunghi.

Il cuore d'una marmotta in letargo continua a battere con grande tranquillità, frequentemente da due a tre ore, talvolta anche il doppio di questo tempo, dopo l'apertura della cavità toracica. Se vi si soffia sopra, si provoca un movimento, quando una goccia d'acqua bollente non produce alcun risultato. »

Se un battito sopravviene, dopo una lunga pausa, é di regola che la contrazione delle orecchiette preceda quella dei ventricoli. Ciò non ostante, parecchie volte, Valentin ha veduto in una marmotta, di cui la trachea era stata legata, le contrazioni del ventricolo farsi isolatamente. Negli ultimi momenti, solo le orecchiette si contraggono. Egli non ha mai potuto osservare la minima traccia di sistole ventricolare che preceda quella delle orecchiette. L'intervallo tra la contrazione dell'orecchietta e quella del ventricolo è sempre più corta.

Allo stato normale, la contrazione sembra incominciare nel seno ed arriva all'orecchietta poco dopo. Appena questa ha avuto luogo, la contrazione dei ventricoli comincia alla base e va sino alla punta. Questo si riconosce in alcune marmotte in letargo più facilmente che negli animali risvegliati.

Durante la sistole, l'asse longitudinale del cuore si raccorcia, ma il diametro trasversale sopratutto però l'antero posteriore aumenta molto, in modo che la parete anteriore del cuore si rivolge fortemente e la punta diviene arrotondata.

L' eccitazione dei nervi vaghi può ancora arrestare la contrazione cardiaca, un' ora dopo l' apertura del torace. La tetanizzazione molto forte di uno dei due vaghi può provocare un arresto del cuore della marmotta in letargo, come avviene negli animali risvegliati. Valentin crede che delle correnti indotte deboli, che vanno ad eccitare il vago, aumentino il numero delle pulsazioni, non per l' azione del risveglio, ma in una maniera tutta diretta sulla fibra cardiaca. Le correnti costanti, ascendenti e discendenti,

applicate al vago o al simpatico, alla regione del collo, non hanno un'azione marcata. La sezione di uno dei nervi vaghi e del simpatico che li accompagna, in una marmotta in letargo, aumenta in una maniera molto spiccata le pulsazioni cardiache. Questo risultato è accentuato, quando si tagli anche l' altro vago.

Serbelloni non potè constatare alcuna pulsazione nell'arteria femorale messa a nudo; al disopra di una legatura passata su questo vaso non si fa alcun rigonfiamento: lo stesso accade al disotto di una legatura passata sulla vena femorale. Serbelloni paragona lo scolamento del sangue da questi vasi, quando vengano tagliati e che sembrano quasi vuoti, a quello che si vede sopra un cadavere. Giunge alla conclusione che la circolazione é nulla in questi vasi periferici; il sangue al contrario sembra essersi ritirato nell' interno, il cuore e i vasi della cavità addominale e toracica, l' aorta, le succlavie e la carotide primitiva sono completamente ripiene. Il sangue sembra stazionario in questi vasi, che tuttavia presentano da 8-10 pulsazioni per minuto.

Serbelloni afferma, che in tre marmotte in stato di letargo, i vasi sanguigni del cervello erano come vuoti ed in ogni caso ben lungi da una *ripienezza apoplettica.*

Horvath nello spermofilo osservò, che « durante il letargo non si possono assolutamente vedere le contrazioni cardiache, quando si guardi l' animale solamente dall' esterno. »

Lo stesso autore fece anche delle importanti osservazioni in questi animali, per quanto riguarda la loro circolazione periferica, ed osservò perfettamente che le regioni plantari, durante il letargo, riguardo al calore, sono assolutamente indipendenti dalle condizioni della temperatura ambiente, spesso sono pallide, spesso colorite più o meno intensamente in rosa. Anzi, qualche volta, in uno stesso animale la regione plantare posteriore destra era rossa, quella di sinistra pallida e più tardi il fenomeno era inverso.

Questi cambiamenti di colore della pelle furono osservati non solamente in differenti animali, ma anche talvolta su uno stesso animale in differenti ore del giorno,

mentre si trova in letargo. Questo fenomeno sta a dimostrarci che, oltre esistere una circolazione sanguigna, esiste anche una certa regolazione e distribuzione del sangue nell' animale che è in letargo.

Horvath, raffreddando artificialmente degli animali letargici, vide che il cuore di questi dà ancora delle contrazioni ritmiche quando il sangue che in esso si trova, abbia una temperatura di 4° ed anche meno.

Secondo Quincke, il cuore nelle marmotte in letargo dà una sistole ogni 2-3", e secondo il Brehm il cuore del criceto, nelle stesse condizioni, dà 14-15 pulsazioni al 1'.

Marès, partendo dal fatto che nella rana d' inverno l'indaco-carminio iniettato nei linfatici non è escreto nè dal fegato nè dai reni, mentre resta nei vasi capillari, di maniera che si produce una iniezione naturale di questi vasi, conclude che la secrezione glandolare è sospesa. Iniettando dell'indaco-carminio in un spermofilo in letargo vide, che succede lo stesso fatto. In questi animali, come in tutti i mammiferi, l'indaco-carminio è escreto molto rapidamente dai reni, il fegato non partecipa all'escrezione se tale colore non è stato iniettato in grande quantità. Ma in letargo i reni restano intieramente liberi di indaco-carminio e non se ne trova traccia nella vescica, è nel fegato che si trova l'indaco-carminio, là solamente, nei vasi capillari dell'arteria epatica, niente nei canali biliari; l'escrezione quindi è sospesa. L'autore tenta spiegare perchè i reni, che esercitano una si grande attrazione sull' indaco-carminio, non ne contengano affatto durante il letargo. Ciò dipende, secondo l'A., da che la circolazione del sangue è completamente sospesa nella parte posteriore del corpo. Dopo l'iniezione dell'indaco-carminio nella vena giugulare di uno spermofilo in letargo, si osserva, che la pelle e le mucose della parte anteriore del corpo si colorano in bleu molto rapidamente, mentre la parte posteriore del corpo resta incolore; il pigmento bleu non vi penetra affatto. La circolazione del sangue è sospesa nella parte posteriore del corpo, nei reni, in tutto il dominio della vena porta; il fegato riceve del sangue solamente dalle arterie epatiche; i vasi capillari iniettati dall'indaco-carminio sono disposti alla periferia dei lobuli epatici. La sospensione

della circolazione del sangue nella parte posteriore del corpo di un animale in letargo spiega, secondo Marès, un altro fenomeno curioso, già osservato da altri autori, che cioè la temperatura della parte posteriore del corpo è sensibilmente più bassa nel letargo e che essa monta meno rapidamente durante il risveglio, che quella della parte anteriore, ciò che si può vedere costantemente.

Bisogna però fare anche osservazione, che il metodo di iniezione all'indaco-carminio non è sicuro, perché, come dice lo stesso Marès, il fegato, anche nell'animale sveglio, non partecipa all'escrezione del carminio, quando la quantità non è molto forte. Questa restrizione mostra già, che i risultati non sono gli stessi a seconda della quantità della sostanza iniettata e, Dubois aggiunge, *anche a seconda* della forza e della velocità con le quali viene fatta l'iniezione.

La circolazione nel letargo invernale è di tanto meno rapida, di quanto più profondo è il letargo, salvo al momento del semirisveglio, in cui i battiti cardiaci saranno un pochino più ampi e più accelerati.

Secondo Dubois è cosa molto difficile di valutare nel *letargo la velocità del sangue nei vasi sanguigni*, col processo al ferrocianuro di potassio. Le iniezioni rettali di etere, assa fetida, acido solfidrico, non danno che dei risultati approssimativi, e lo stesso affermo anch'io in base ad esperienze fatte sulle marmotte e sui ghiri. I metodi di misurazione diretta della circolazione, hanno un grande inconveniente, a causa delle operazioni che si debbono fare, di accelerare cioè rapidamente i battiti del cuore e la respirazione. Sopra una marmotta semisvegliata, Dubois ha potuto vedere col tubo di Jolyet, che la velocità del sangue nella carotide è di circa 25 cm. per 1" e 20 cm. nell' arteria femorale.

Non è assolutamente uguale in tutte le parti del corpo; nel profondo letargo è quasi nulla. I vasi della periferia, anche nelle parti le più vascolarizzate, come il naso e le orecchie, sanguinano molto tardi, poco e lentamente, quando si vadano a praticare delle incisioni.

Dubois, in una marmotta che presentava una temperatura di 7°,6 nella bocca e di 7°,4 nel retto, notò i seguenti fatti al quarto giorno di letargo:

« 1.º Les artères du mésentère ont un diamètre plus large que celui des veines et contiennent du sang plus rouge;
2.º Les artères mésentériques sont flexueuses, tandis que les veines suivent le trajet le plus direct;
3.º Les artères sont le siège de battements (on en comptait vingt et un par minute); ils sont isochrones avec la systole ventriculaire du coeur;
4.º Au moment où se produit le battement artériel, la courbure des petits vaisseaux s'accentue: il en résulte l'apparence d'un mouvement vermiculaire. La veine cave inférieure renferme du sang noir: l'aorte est rose et présente des battements ainsi que les artères rénales. La veine porte ne renferme que peu de sang et il est beaucoup moins noir que celui de la veine cave inférieure. »

Dubois, in una marmotta magra e nel suo 10.º giorno di letargo, all' apertura dell' addome constatò una vascolarizzazione grandissima di tutto l'intestino, tale da farlo sembrare congestionato. Non vi era differenza alcuna fra il sangue delle vene e quello delle arterie, perchè in ambedue i sistemi era sempre di colore roseo.

Il mesenterio aveva un aspetto lattescente, come fosse stato immerso nel latte, ma ad occhio nudo non si distinguevano i chiliferi.

Dubois crede che la circolazione addominale non sia sempre uguale in tutti i periodi del letargo e crede che siano necessarie delle nuove esperienze per potersi rendere esatto conto di questa questione.

Dubois ha visto per mezzo di iniezioni di mercurio, che esistono delle larghe anastomosi fra il sistema della porta e della cava e la comunicazione si fa tra la meseraica inferiore e le femorali: nella porzione terminale del retto i capillari venosi della meseraica entrerebbero in connessione con dei capillari, che si suddividono in due tronchi, ognuno dei quali va a gettarsi nella vena femorale corrispondente.

Dubois, in una marmotta al 5º giorno di letargo, con una temperatura rettale di 7º,6 ed una della bocca di 12º non constatò, dopo levata la calotta cranica, alcun movimento apparente del cervello. Il seno mediano pareva appena ripieno e non c' era assolutamente congestione ve-

nosa. Il sangue che usciva dalla diploe era rosso, quello del seno mediano, al livello della cresta occipitale superiore aveva una tinta nera, molto pronunziata.

La superficie degli emisferi era rosea e le piccole vene, che imboccavano lateralmente nel seno mediano, presentavano una colorazione bluastra ed erano poco ripiene. Il cervello non rimaneva turgido, ma solo addossato esattamente alla faccia interna della scatola cranica.

Alla temperatura di 11°,9 nel retto e di 26° nella bocca non vi era turgidità del cervello. La turgidità si è mostrata, quando l'animale aveva 25°,5 nel retto e 38° nella bocca. In un caso ha osservato un vero polso del seno mediano.

Dubois dice che, se debbono farsi delle iniezioni di indaco-carminio per la via venosa sia sempre preferibile la vena femorale: il meglio di tutto si è fare l'iniezione per la carotide, è la cosa più naturale, perchè così si evita anche il reflusso meccanico della sostanza colorante per la vena cava superiore. Iniettando la carotide sinistra di una marmotta, la cui temperatura rettale era di 10°,5, con 4 cc. di una soluzione concentrata di indaco-carminio giunge a queste conclusioni: durante il letargo la circolazione può essere rallentata nella parte posteriore del corpo, ma sopratutto il passaggio del sangue arterioso dalle arterie nelle vene è ostacolato dai visceri addominali e specialmente dal sistema portale. È vero, che la circolazione portale è priva di bleu nella iniezione naturale, ma questa non è una ragione per venire a sostenere che il fegato non riceve il sangue dalla vena porta.

La secrezione biliare, come vedremo poi al capitolo dove tratteremo del fegato, avviene sempre. Nelle zampe posteriori la circolazione è rallentatissima, rimpicciolita, ma esiste sempre nel letargo.

Dubois potè prendere i movimenti del cuore in una marmotta, piantandovi un ago, come fece anche il Valenlin, il quale vi poteva rimanere anche 24 ore senza interrompere il letargo; questo anzi, talvolta, diveniva più profondo.

Nel letargo profondo si contano 3-4 pulsazioni cardiache ma non si possono registrare, perchè accompagnano

i movimenti respiratori. Le pulsazioni cardiache sono tali, che la durata della sistole è più corta della diastole. Le eccitazioni esterne provocano un aumento nel numero e nell' ampiezza dei movimenti cardiaci e respiratori.

Il cuore di una marmotta in letargo può continuare a pulsare durante 2-3-4-6 ore dopo l'apertura della cassa toracica, mentre le pulsazioni cessano molto rapipamente, quando l'animale è sveglio. Ciò non dipende però, secondo me, da quanto crede Dubois, e cioè, che nel letargo questa lunga sopravvivenza del cuore dipenda dalla grande indipendenza che c'è tra cuore e respirazione. Secondo me, dipende da che l'animale in letargo avvicina molto la resistenza del suo cuore a quella di un animale a sangue freddo, che, come si sa, è grandissima.

Il numero e l'ampiezza delle pulsazioni cardiache aumentano assai rapidamente all' inizio del riscaldamento, nello stesso tempo che diminuisce la loro durata. Dubois fece queste osservazioni sopra una marmotta che si risvegliava con la temperatura nel retto di 11°-11°,6, nella bocca di 11°,6-12°,4.

Durante questo periodo vedonsi delle irregolarità o piuttosto delle numerose modificazioni dei movimenti del cuore coincidenti con delle modificazioni dei movimenti respiratori. L'ampiezza delle pulsazioni cardiache aumenta manifestamente durante l'ispirazione, per diminuire dopo questa.

A temperature più elevate dell'animale (retto 13°-14°,8, bocca 18°,6-27°) i battiti cardiaci ed i movimenti respiratori si regolarizzano, e il loro numero aumenta con la loro ampiezza.

Saissy disse, che l'atteggiamento a palla della marmotta ha una grande influenza sulla circolazione e quindi indirettamente sul letargo. Nella posizione di letargo, le clavicole e lo sterno si trovano compressi contro la parete anteriore del collo, in maniera da intercettare la corrente del sangue, che va alla testa. I visceri addominali ed il treno posteriore sono compressi contro il diaframma, in maniera che vengono ad essere compressi gli ampi vasi che lo traversano, ed essendo impedita nel letargo l'estensione del torace nel senso longitudinale, ne risulta che la circolazione è relativamente ristretta.

Dubois però sostiene, contro l'ipotesi di Saissy, che le marmotte cominciano a cadere in letargo prima ancora di mettersi sotto forma di palla e possono restare addormentate anche in uno stato di semiestensione, quando siano distese con molta precauzione, ma questo Dubois ha visto in soggetti affaticati per operazioni che avevano subito. In genere però noi dobbiamo ritenere, che la posizione caratteristica della marmotta nel letargo è quella a palla ed anche quando venga ad essere divaricata ritorna sempre nella posizione primitiva. Ma di questa questione noi ci siamo occupati in altro capitolo.

Dubois prese la pressione in un'arteria temorale in una marmotta, che si andava risvegliando ed ottenne questi risultati:

Temp. rettale	Pressione cm. Hg.
13°,8	7.0
24.0	9.2
34.0	8.25
36.2	8.50

In un' altra marmotta trovò:

Ore	minuti	T. rettale	T. boccale	Pressione cm. Hg.
4.	15	12°	14°,2	7.8
5.	20	15.2	24.	9.3
5.	55	20.	27.4	9.5-10

In un' altra marmotta:

	ore	minuti	Pressione cm. Hg.	
	4.	15	11,6	puls. cuore incompl.
	7.15	20	12	pulsazioni visibili
L'indomani		36.4	9	id.

In genere si può concludere dalle esperienze di Dubois, che un aumento medio della temperatura rettale di 7°,3, porta ad un aumento della pressione di cm. 2,2.

La pressione intravascolare raggiunge il suo massimo alla metà del riscaldamento, o in altri termini, nel semirisveglio per abbassarsi un poco, in seguito, sino al risveglio completo.

La pressione in istato di piena veglia si abbassa sempre di molto, in genere di 3 cm., malgrado una elevazione di 16°-17°.

La pressione si può elevare sino a che si raggiunga una temperatura di 20° nel retto e 27°,4 nella bocca.

Talvolta però la pressione sanguigna non aumenta progressivamente sino al risveglio, come lo mostra l'esperienza seguente, eseguita in una marmotta da Dubois:

T. rettale 24°	T. boccale 30°,4	Carotide 7 cm. Hg.
» 26°	» 32°	Femorale 7 cm. »

Le pressioni intravascolari alle basse temperature saranno anche più piccole di quelle osservate, perchè le manipolazioni per mettere in opera l'emodinamometro producono sempre una eccitazione riflessa, che ha per effetto di accelerare il corso del sangue e di elevare rapidamente la pressione intravascolare.

La curva della pressione, per solito, sale tanto più velocemente per quanto è più alta la temperatura della marmotta. Talvolta si nota a temperature elevate qualche profonda elevazione nella curva della pressione, ciò è dovuto *ad una delle profonde respirazioni seguita da aumento di pressione di cui parla anche Valentin.*

Le *pulsazioni cardiache* si manifestano sotto forma di leggiere ondulazioni.

Dai tracciati di Dubois si vede anche manifestamente, che i movimenti del cuore possono essere più rapidi al principio del riscaldamento, ma che la loro ampiezza è minore. Ciò si rivela da esperienze fatte su una marmotta, mentre passava da una temperatura rettale di 7°,8-11°,8-15°.

Nelle grafiche della pressione, mano mano che l'animale si va risvegliando, si notano le curve respiratorie e cardiache. Talvolta però si hanno dei fatti abbastanza strani e che non si possono assolutamente spiegarsi.

Dubois, sottoponendo una marmotta ad una doccia di acqua fra 0° e 30° provocava un aumento della pressione sanguigna (sino a cm. 6.4) che non si produce affatto con dell'acqua a 10°. Se l'azione dell'acqua a 0° è prolungata si può avere anche un abbassamento della pressione sanguigna (sino a 4 cm.).

In genere dobbiamo ritenere, che se la velocità della circolazione e la pressione intravascolare possono essere

influenzate dai cambiamenti di calibro dei vasi e da modificazioni della circolazione linfatica, certo si è che i movimenti cardiaci respiratori hanno anch'essi una grande influenza.

Dubois vide che raffreddando sperimentalmente una marmotta, diminuisce di molto la pressione arteriosa nei grossi vasi della parte posteriore del corpo. Questa ultima può essere di già ridotta nella arteria femorale, quando ancora è normale nella carotide.

Talvolta la pressione sanguigna può essere elevata ed i movimenti del cuore molto rapidi senza che l'animale si riscaldi. Il riscaldamento quindi di una marmotta ed il ritorno allo stato normale esige il concorso di altre condizioni. Nella marmotta in letargo la pressione si ristabilisce completamente dopo delle forti perdite di sangue e d'altra parte la pressione può essere elevatissima senza che si riproduca un riscaldamento, quando il torace è immobilizzato e quantunque vi sia una grandissima frequenza dei movimenti cardiaci.

La circolazione linfatica ha dato luogo a delle osservazioni molto importanti.

Dubois, nello stato di letargo profondo, non ha mai distinto i vasi linfatici, i quali, non si riscontrano che all'inizio del riscaldamento, ovvero sulle marmotte completamente sveglie. In questi stati si vede facilmente il canale toracico sboccare a livello della vena succlavia, si ritrova ancora nella cavità adominale, specialmente fra i pilastri del diaframma, un pò dietro l'aorta.

Il peritoneo delle marmotte in letargo profondo, specialmente nelle giovani, è bagnato da una grande quantità di linfa, che si può raccogliere con una pipetta e che coagula spontaneamente. Questa linfa rientra in circolazione al momento del riscaldamento. Ciò sembra, che abbia una certa analogia con i sacchi linfatici che si rendono molto appariscenti nelle rane curarizzate.

La presenza di questa grande quantità di linfa nella cavità addominale si constata non solamente in una marmotta nello stato di letargo, ma io stesso ho potuto riscontrarla in tutti gli animali in letargo da me studiati (riccio, moscardino, pipistrello — non molto — e ghiro).

Certo si è che questo liquido che si riscontra nella cavità addominale è della massima importanza ed indispensabile perchè possa avvenire il risveglio: difatti, sacrificando un letargico immediatamente dopo la fine del risveglio non se ne ritrova più la minima quantità: sarà sicuramente servita a rendere possibile la trasformazione del glicogeno in zucchero e ad irrorare tutte le parti del corpo che si trovavano in uno stato di vita latente, in uno stato insomma, nel quale di questo liquido l'organismo non aveva bisogno, perchè fosse portato in circolazione, poichè gli scambi erano quasi nulli.

Vi si trovano circa 7000 (6932) globuli bianchi per mm.c. e qualche globulo rosso. Coagula spontaneamente, trasforma il glicogeno in glucosio, ma non ha potere glicolitico. Dopo la coagulazione col calore e colla filtrazione, la linfa precipita coll'alcool, il tannino, il sublimato, l'acido fosfomolibdico, si può dire quindi che contenga dei peptoni.

Gli stessi fatti posso confermare io per essere stati da me osservati in questo liquido addominale, nei vari animali letargici, dei quali sopra ho parlato. La cifra dei globuli bianchi ho trovato che varia sia nella marmotta come nel ghiro, nel riccio, nel moscardino e nel pipistrello fra seimila e ottomila per ogni mm.c.

Io rivolsi innanzi tutto la mia attenzione per quanto riguarda il cuore, a quanto era sostenuto dai vari autori che si occuparono di studiare la fisiologia della fibra cardiaca negli animali letargici, che cioè il cuore di questi quando si trovano in stato di letargo possa durare lungo tempo a pulsare, come sopra abbiamo visto.

In questi ultimi tempi il Merzbacher racconta di aver visto un cuore di un pipistrello letargico, il quale era stato bene conservato e riparato, pulsare anche sei ore dopo che l'animale era stato ucciso, e Dubois ha visto un cuore di una marmotta pulsare spontaneamente 3 ore e mezzo dopo che era stata uccisa. Da parte mia non posso che confermare pienamente quanto è stato visto da tutti quelli autori: il cuore di tutti gli animali letargici da me osservati, uccisi in stato di letargo (marmotta, ghiro, moscardino, pipistrello, riccio) resiste lunghissimo tempo a

pulsare anche dopo separato dall'organismo. A me poi è sembrato che più l' animale letargico è piccolo e più il suo cuore dura a pulsare; difatti un cuore di un pipistrello, di un ghiro, di un moscardino, quando sia bene conservato, specialmente impedendo il disseccamento e tenendolo in una camera umida e che sia stato staccato dall'animale senza soverchi maltrattamenti, pulsa più a lungo: (ho osservato una volta un cuore di un pipistrello in inverno pulsare anche ore 7 $^1/_2$), di quello di una marmotta o di un riccio che al massimo pulsarono ore 4 $^1/_2$ dopo uccisi. In genere il cuore dura a pulsare molto di più quando é staccato dal corpo di quando è unito a questo: più a lungo poi dura quando si tenga sempre a contatto del muscolo cardiaco un pò di sangue o di siero specialmente poi se è dello stesso animale.

Quando gli animali letargici vengono uccisi in stato di veglia il loro cuore, al pari di quello di altri mammiferi cessa di pulsare poco tempo dopo che è stato separato dall'organismo dell' animale.

E questo è quanto è stato visto da tutti gli altri osservatori, che si sono occupati dell' argomento.

Una cosa della quale volli rendermi ragione andando a studiare la fisiologia del cuore degli animali letargici, si fu quella di vedere, come si comportasse la contrazione delle orecchiette e dei ventricoli.

In una prima serie di esperienze tagliai il midollo di marmotte, che si trovavano in stato di letargo a livello della regione cervicale. Le marmotte lasciavano immediatamente la forma a palla che avevano sempre conservata e si distendevano. Venivano fissate colle quattro zampe sopra un apparecchio di contenzione e rapidamente si procedeva all' apertura del torace. Posto allo scoperto il cuore, col metodo di Engelmann, si otteneva separatamente il tracciato di un' orecchietta e di un ventricolo. Ebbene, un fatto che è risultato assolutamente costante e che apparisce chiaramente dalla fig. 1, si è, che i ventricoli rispondono sempre, sotto forma periodica agli eccitamenti che regolarmente partono dalle orecchiette.

Nel bellissimo tracciato che ho riportato si constata molto manifestamente l' azione del ventricolo accennata sopra;

difatti una vera e propria contrazione ventricolare si ha solamente ogni 2-3-4 pulsazioni auricolari. Del resto, questo è un fatto, che si può anche vedere esaminando ad occhio nudo il cuore di una marmotta in letargo. Anzi, lasciando il cuore *in situ* per qualche ora, si vede che i ventricoli rispondono sempre più raramente con una energica contrazione agli stimoli, che partono dalle orecchiette. Quantunque ci sia sempre un accenno ad una contrazione ventricolare, purtuttavia il ventricolo si contrae in una maniera molto energica solamente dopo 8-10-20 pulsazioni auricolari.

Lo strano si è però, che questo fatto si osserva solamente, quando il cuore venga lasciato *in situ* perchè quando si vada a prendere il tracciato di un cuore staccato dall'organismo, come dimostra la fig. 2, allora, ad ogni pulsazione auricolare ne corrisponde una ventricolare. Ritengo, quindi, da parte mia, che quel periodismo che si osserva nel cuore unito all' organismo si debba piuttosto ascrivere ad una causa di origine nervosa centrale.

Non meno interessanti riuscirono le ricerche eseguite sul cuore di marmotta staccato dall'organismo per quanto riguarda il *il fenomeno della estrasistole*. Nella fig. 3, che riporto, si vedono chiaramente gli effetti degli eccitamenti con colpi di corrente di chiusura, sempre della stessa intensità sopra l' orecchietta destra (1), nel ventricolo destro (2) e nel ventricolo sinistro (3) nel suo periodo diastolico. Nel caso in cui fu eccitata l'orecchietta destra l'eccitazione si trasmise ai ventricoli, che lasciano vedere nettamente una estrasistole, alla quale tiene dietro la pausa postestrasistolica e la sistole postcompensatoria, alla estrasistole auricolare tenne dietro una manifesta sistole postestrasistolica.

Nel caso venisse portata l' eccitazione sul ventricolo destro o sinistro era manifesta in questo caso la produzione di una estrasistole ventricolare: dai ventricoli lo stimolo ripassava alle orecchiette producendo anche qui una estrasistole alla quale teneva dietro una sistole postestrasistolica.

Alla citata sistole ventricolare tenne sempre dietro una pausa postestrasistolica e una sistole postestrasistolica molto manifesta e marcata.

Per tutte le particolarità notate sopra questo fenomeno delle estrasistole in questo caso, rimando i lettori a quanto io ho scritto su ciò e che viene confermato da questi risultati senza che io stia ulteriormente a dilungarmi, perchè non sono che una conferma di quanto ho già visto e notato sul cuore di tartarughe (Testudo graeca). Dunque anche per il cuore dei letargici valgono le stesse leggi che sono state dimostrate per quello di animali a sangue caldo e a sangue freddo.

CAPITOLO VIII.

La meccanica respiratoria.

Gessner fu il primo a constatare che la marmotta ed il riccio nello stato di letargo hanno bisogno di respirare per vivere, mentre prima si credeva, che questi letargici non respirassero affatto. Buffon anche, trovò che la respirazione degli animali letargici è debole e lenta. Daubenton nota che quando il criceto è in letargo non si osserva affatto accenno di respirazione. Sulzer non potè osservare durante il letargo nel criceto alcun segno di respirazione e ritiene che i polmoni, in questi animali in tale stato, sieno accasciati, cosa che più tardi sostenne Tiedemann nella marmotta.

Secondo Spallanzani i pipistrelli non danno più segno di vita nel letargo profondo. Se, in questo stato, si posano nell'aria rarefatta, essi resistono sette minuti all'asfissia e solamente tre minuti se essi sono svegli. Spallanzani ha potuto mantenere durante quattro ore, senza ucciderle, delle marmotte, in istato di letargo, nel CO_2, nell'idrogeno e nell'azoto, ma esse morirono rapidamente se erano svegliate. Egli constata, che dopo aver queste soggiornato in un freddo vivissimo, durante tre ore e mezza, in un recipiente riempito d'azoto, non vi era affatto vapore d'acqua sulle pareti.

Spallanzani portò una marmotta ad una temperatura di — 12° R. in un'atmosfera di CO_2 nella quale morirono un uccello e un topo. Passate quattro ore la marmotta non dava alcun segno di risentimento. Ripetè la stessa espe-

rienza collo stesso risultato pei pipistrelli. Inoltre mise due pipistrelli ad una temperatura di — 9° R. in un'atmosfera di N; passate due ore li portò in una temperatura più calda nella quale dettero segni di vita. Pipistrelli in letargo poterono rimanere 7' nel vuoto pneumatico, mentre un pipistrello sveglio morì dopo 3'.

Secondo Treviranus la resistenza delle marmotte sarebbe subordinata ed alla dipendenza del ritmo dei movimenti tonici e principalmente dei movimenti anapnoici. Sarebbe dunque la mancanza della sospensione dei movimenti respiratori, che impedirebbe agli altri mammiferi di raffreddarsi, e cadere in letargo come le marmotte.

Saissy si occupò anche lui di notare il numero delle respirazioni in diversi animali letargici.

Numero delle respirazioni

T. est. 20° —	Barometro 27 pollici e	7 linee	
Marmotta	Riccio	Moscardino	Pipistrello
30	16	45	70
T. est. 7° —	Barometro 27 pollici e	9 linee	
20	10	30	8
in letargo			
7-8	4-5	9-10	5-6

Saissy aprì il petto da un lato solamente di questi animali in letargo e non vide movimento alcuno del polmone; su ciò concorderebbe con quanto era stato visto da Spallanzani. Egli potè tenere per 10' sotto l'acqua delle marmotte, dei ricci, un grosso moscardino e dei pipistrelli senza che ne risentissero danno alcuno.

Saissy conclude così dalla serie di queste esperienze:

« Il suit de ces espériences et de ces observations que la respiration des mammifères hybernans est, comme leur température, subordonnée à la température de l'atmosfère. Or, cette même respiration est courte et précipitée en été, lente dans les fraicheurs de l'automne, presque insensible dans l'engourdissement, médiocre et nulle lorsque ces animaux sont plongés dans une profonde torpeur. »

A Mangili dobbiamo delle belle ricerche sul ritmo respiratorio degli animali letargici. In una marmotta dice di aver notato « ai fianchi, una piccola intumescenza e detumescenza, ogni 4' 4' $^1/_2$ in modo, che in un' ora si ebbero 14 segni non equivoci di inspirazione e di espirazione, mentre in istato di perfetta veglia ne suol dare 1500 circa. »

In un altro punto così parla:

« Tenni fissi immobilmente pel corso di un'ora gli occhi sul di lei corpo, per viemeglio conoscere i fenomeni relativi alla funzione della respirazione, e vidi che in questo tempo ebbero luogo quindici movimenti d'inspirazione e d'espirazione, ben chiari e distinti, col solito intervallo di 3, 4, 5 minuti; dirò per altro che questi movimenti sono molto languidi. »

E sempre parlando delle marmotte così si esprime:

« Continuò sempre a dare per ogni ora 14-15 segni di una languidissima respirazione. »

Non meno precisamente descrive le variazioni della respirazione, quando una marmotta in letargo veniva portata in un ambiente talmente freddo, che si risvegliava:

« Frequenti movimenti di inspirazione e di espirazione i quali crebbero sempre più di numero ed erano vermente grandi ed affannosi. »

Mangili calcola, che una marmotta, durante tutto lo stato di letargo (circa 6 mesi) respiri 61 mila volte, mentre in 2 giorni, quando è sveglia, respira 62 mila volte.

Le sue osservazioni sulla respirazione si estesero anche al riccio, il quale, in letargo, secondo Mangili, dà 4-5-6-respirazioni al massimo, al minuto e nella veglia pure respirerebbe molto poco, secondo lui.

Così descrive le variazioni della respirazione in questo animale:

« Quando il termometro della stanza segnava 9-10-11° ogni 15' dava 30-35 segni di una piuttosto languida respirazione. Salito il termometro della stanza a 13°, ogni 8' dava 7-8-10 consecutivi segni di respirazione. La serie più frequente era quella di 8; stuzzicato cresceva subito in numero. Abbassata la temperatura con ghiaccio *vidi crescere gl' intervalli di quiete tra una serie e l'altra*, e

contemporaneamente crescere il numero delle successive inspirazioni ed espirazioni, sino al numero di 18-20. »

Nè meno incisivamente parla della respirazione dei pipistrelli:

« Notai in essi delle inspirazioni ed espirazioni da prima assai lente e rare . . . . »

In un altro punto:

« Alcuni che duravano tuttavia nel loro letargo conservatore, perchè collocati in un ambiente che era tra i 6° e gli 8°, osservati attentamente, ogni 2-3-4 minuti di quiete davano 3 o 4 successivi segni di respirazione; poscia si riposavano, indi ricominciava il ritmo. » Mi pare che qui accenni chiaramente alla respirazione periodica o di Cheyne-Stokes, constatazioni molto manifeste e che fece anche in altri punti delle sue memorie.

Mangili, in altre esperienze, si occupò anche della respirazîone nel ghiro e nel moscardino.

Trovandosi il termometro a + 3°5 R., nello spazio di minuti 1 $^1/_2$ contò 23 atti respiratori, i primi più vivi, gli altri più deboli

dopo	4	minuti	di	quiete	ne	contò	22
»	4 $^1/_2$	»	»	»	»	»	23
»	4	»	»	»	»	»	24

sempre nello spazio di minuti 1 $^1/_2$ fra una serie e l'altra. Salito il termometro a + 4°,5 R., gli intervalli di quiete furono più brevi, ossia di 3 minuti circa, però il numero delle respirazioni si mantenne quasi uguale; una sola volta ne contò 26.

Con una temperatura di + 2° R., durante lo spazio di mezz'ora, osservò che di quattro in quattro minuti il ghiro presentava 20-21-24-26 atti respiratori. Ne fece una serie di 20, poi si ebbe un intervallo di 5' $^1/_2$ al quale seguirono 29 respirazioni compiute nello spazio di 2 minuti. Dopo un intervallo di 5 minuti, si ebbero 20 atti respiratori e nel frattempo il termometro salì di $^1/_2$°. Con una temperatura a + 1° notò 26-27-28 atti respiratori, con intervalli di 6 minuti fra una serie e l' altra.

Il letargo nel ghiro e nel moscardino continuò profondo

in un ambiente a temperatura di 3-5° R., gli intervalli respiratori si accrebbero sino a 16-18 minuti tra una serie e l'altra ed il numero delle respirazioni si mantenne tra 18 e 20.

Ad una temperatura esterna di + 7° R. un ghiro dopo una perfetta quiete dette 16 successivi segni di respirazione;

dopo	24	minuti	Respirazioni	15
dopo altri	22	»	»	14
»	22	»	»	13
»	20	»	»	15
»	18	»	»	16

« Le quali serie principiavano sempre con un movimento di flessione interna della coda che dopo si rilasciava scostandosi alcun poco dalla testa alla quale d'ordinario sembra appoggiata. Ho parimente notato anche in questa occasione che le ispirazioni ed espirazioni sono più vivide da principio, poi si fanno più rare e placide, finchè da ultimo finiscono nella espirazione. »

Posto il ghiro in un ambiente a — 1°,8 le respirazioni crebbero di numero e di forza senza la minima interruzione per un dato tempo.

L'animale si accomodò quindi alla temperatura ambiente e i segni respiratori ebbero dei regolari periodi: di 22-25-30 respirazioni con intervallo di un solo minuto fra una serie e l' altra.

In un ambiente di + 6° + 7° + 8° le respirazioni furono 15-16, con intervallo fra una serie e l' altra di queste 15-16 respirazioni, di 21'-24'.

Una volta segnando il termometro + 7°-8° le respirazioni erano diminuite ed aumentati gli intervalli fra una serie e l' altra: ogni 28'-30'-35' di perfetta quiete dava 5-6 - 7 atti respiratori.

Egli notò inoltre che qualunque stimolo meccanico può aumentare il numero delle respirazioni.

Mangili osservò, come si disse, anche la respirazione dei moscardini. Egli dice, che in stato non letargico « quando il moscardino respira, rassomiglia ad un piccolo mantice che agisce in fretta, a differenza delle mar-

motte nelle quali questi segni di respirazione sono assai rari e languidi, quando una temperatura alquanto elevata o assai rigida non le renda più numerose, vivide ed affannose. »

Il moscardino con una temperatura di + 1° dopo 4'; dette 21 respirazioni, che si ebbero solo nello spazio di 1'; passarono altri 4', in capo ai quali respirò 22 volte. Dopo altri 7' $^1/_2$ respirò invece 28 volte; trascorsero 3' soli, e dopo respirò 22 volte; dopo altri 8' respirò 30 volte, dopo altri 7' $^1/_2$, 24 volte. Dal che si vede, che non sono eguali tra di loro gli intervalli di perfetta quiete, nè il numero delle successive inspirazioni ed espirazioni.

Quindi alla temperatura di + 1° R. in 42' ha respirato 147 volte.

Passando il moscardino da 0° e — 1° a + 4° + 5°

dopo	5'	dall'ultima	espirazione	si ebbero	Respirazioni	16
»	4'	»	»	»	»	30
»	3'	»	»	»	»	29
»	2'	»	»	»	»	29
	poi 12' di quiete					
poi	. . . .				»	5
dopo	9'	»	»	»	»	10
»	10'	»	»	»	»	6
»	13'	»	»	»	»	18
»	12'	»	»	»	»	23
»	12'	»	»	»	»	8

Risulta quindi che variando la temperatura da 4° a 5° nello spazio di 82' il moscardino ha respirato 174 volte, cioè meno assai che nel caso precedente, quando era ad una più bassa temperatura.

Variando la temperatura dai 3° ai 4°, Mangili vide nel moscardino, che erano molto cresciuti gli intervalli di perfetta quiete e che erano invece diminuiti i movimenti respiratori. In genere, dopo 15'-16' di quiete dava 13-16 respirazioni, talvolta 6-7-8 coll'intervallo, una sola volta, di 26' di riposo, sicchè nello spazio di 109' respirò 66 volte. In generale, osservò che gli atti inspiratori ed espiratori vanno aumentando, quando si abbassi oppure

quando si innalzi la temperatura. Le inspirazioni sono più profonde mentre le espirazioni sono più deboli e la morte avviene sempre in espirazione, quando si mettano in un ambiente molto al disotto di 0°.

Con una temperatura di + 10° R. nello spazio di 34' respirò 47 volte, cioè fece 7-8 respirazioni, coll'intervallo tra una serie e l'altra di 4'-5'-7' fino a 8'.

Esposto all'aria libera, ad una temperatura di circa + 7° R., nello spazio di 45' respirò 42 volte, con molta differenza riguardo agli intervalli di quiete ed al numero delle successive respirazioni.

In un altro giorno, alla temperatura di + 11° R. nello spazio di 32' respirò 62 volte, cioè fece 6-7-8 respirazioni, coll'intervallo di 3'-4' fra una serie e l'altra.

Alla temperatura di + 5° R. respirava 6-7 volte di seguito, coll'intervallo di 7'-9'-10' fra una serie e l'altra.

Esposto al sole variava il tipo della respirazione, mentre era regolare a + 11° R. e dava 25-30 respirazioni al 1'.

Allen e Pepys furono i primi a vedere, che nel sonno naturale le respirazioni sono di molto diminuite. Secondo loro, lo sarebbero in grado maggiore nel letargo, che ritengono come una specie di sonno.

Reeve ritiene, che nel letargo oltre che rallentarsi la circolazione, la respirazione anche si arresta quasi completamente e può arrestarsi anche del tutto, se il letargo è completo e credono inoltre, che la diminuzione della respirazione sia il primo della serie degli atti, che accompagnano questo fenomeno del letargo.

Prunelle sostenne, che nelle marmotte durante il letargo, non vi sia alcun appariscente movimento respiratorio, non si vedono assolutamente in questi animali, che abbiano una temperatura di 10° R., si cominciano a vedere a 12° R. e sono regolari a 16°,5 R. Alle basse temperature si contano 3-5 atti respiratori con un minuto di pausa fra l'uno e l'altro.

Prunelle vide inoltre che un pipistrello in letargo messo sotto una pompa pneumatica, dopo quattro colpi aprì le ali e morì quantunque si facesse subito entrare l'aria. Il Myoxus nitela respirerebbe, secondo lui, 8-12 volte al minuto nello stato di letargo.

Hall, nella sua memoria dice, che il letargo fa diminuire la respirazione e perciò, con questo mezzo, anche la produzione del calore. Sostenendo, come abbiamo visto, che la circolazione nei letargici diviene come quella dei rettili, la metà sinistra del cuore, che nello stato di veglia è arterio-contrattile, diviene nel letargo veno-contrattile e da qui l'aumento della sua irritabilità e soggiunge, che questa sia l'unica differenza fra gli animali a cuore doppio e da qui la possibilità di poter questi animali rimanere molto tempo sotto l'acqua, oppure alla presenza di gas velenosi senza che l'animale divenga asfittico oppure che si avveleni. Anche che la respirazione sia sospesa e che la sensibilità sia completa non deve nascere nessuna difficoltà, perchè questa proprietà deve avere il suo fondamento in tale fattore. Secondo Hall lo stato della parte sinistra del cuore, sarebbe incompatibile colla vita con una respirazione frequente e con un sangue arterioso, perciò ha una influenza così dannosa, quando la respirazione venga ad essere ripresa improvvisamente e ininterrottamente venga ad essere continuata, piuttosto che la sospensione completa della respirazione in altre circostanze. Hall ritiene, che tutti i pipistrelli che a lui furono spediti da luoghi lontani morirono per queste cause. L'attività diminuita, ovvero come lui dice, la contrattilità venosa della metà sinistra del cuore durante il letargo sono solo una parte delle cause del rallentamento della circolazione del sangue e il rimanere questa, contemporaneamente ad una respirazione non interrotta, non può essere stata la causa della morte dei pipistrelli, che gli furono spediti, perchè la respirazione viene fatta ininterrottamente; così si risveglia l'animale, la circolazione diminuisce ritornando alle sue condizioni normali, e la contrattilità venosa della parte sinistra del cuore è perciò sospesa. La causa per la quale questi animali possono non avvelenarsi così facilmente o divenire asfittici in presenza di gas irrespirabili o sotto l' acqua si ritrova, secondo Hall, specialmente nella lunga durata della vita vasale di questi animali, nella soppressione momentanea di questa attività vitale e nel prolungamento della vita del sangue durante il letargo ed anche nella respirazione sospesa o ridotta ad uno stato minimo.

Secondo le ricerche di Hall, la respirazione del riccio nel letargo é completamente sospesa e non si può vedere movimento respiratorio alcuno. Ma però il minimo movimento, il solo toccare della pianta del piede, risveglia immediatamente la respirazione. Si hanno quindi degli atti inspiratori ed espiratori, che Hall chiama sonori e che sarebbero una caratteristica del letargo.

Appena avvenute le profonde inspirazioni, il numero di queste diminuisce, divengono più deboli e finalmente si ha il riposo completo.

Hall mise un pipistrello letargico ad una temperatura atmosferica di 1°,75 R. sotto l'acqua che si trovava a 4° R.; esso si moveva abbastanza poco e faceva uscire delle bolle d'aria dai polmoni. Dopo ch' era rimasto 16 minuti sotto l'acqua, venne cavato fuori e non era morto in seguito a questo esperimento.

Un riccio il quale era rimasto in letargo per molti giorni ad una temperatura atmosferica di 3°,75 R. venne posto sotto l'acqua a 4°,5 R. Esso si muoveva ed emetteva delle bolle di aria dai polmoni, però rimase vivo e in buone condizioni, quantunque fosse rimasto 22 minuti sotto l'acqua.

Secondo Hall, i letargici muoiono più presto per interruzione della respirazione durante lo stato di veglia, che durante il letargo. Egli uccise così un riccio sveglio tenendolo per soli tre minuti sotto l'acqua, quindi, secondo lui, i letargici svegli muoiono anche più presto degli altri mammiferi nelle stesse condizioni.

Palmer ha detto, come abbiamo già visto in altro capitolo, che esiste una certa relazione fra il sonno normale ordinario degli animali in generale e il sonno tutto particolare degli animali letargici, così anche fra quest' ultimo e lo stato di letargo completo. Nel primo di questi stati, la respirazione è diminuita e la temperatura si abbassa di 1°,5; nel secondo, la respirazione è diminuita di più e la temperatura del corpo è ridotta a un piccolo numero di gradi al disopra del mezzo ambiente, nel terzo infine la respirazione é sospesa completamente e la temperatura del corpo é uguale alla temperatura ambiente.

Czermack, mettendo dei ghiri in atmosfera di CO_2, di N, di H ottenne gli stessi risultati. Uno di questi animali

sopportò sotto la pompa pneumatica una rarefazione dieci volte dell'atmosfera. Non osservò nei ghiri nessuna respirazione, quando venivano portati da una temperatura di 4° R. ad una di 16° R. sino a che almeno si conservavano in riposo e non erano molestati.

Barkow studiò la respirazione nei ricci in letargo e potè confermare, per quanto riguarda il numero delle respirazioni, le ricerche di Hall, il quale riteneva, come abbiamo visto, essere durante il letargo completamente sospesa la respirazione in questi animali. Barkow però ritiene che basterebbe il minimo toccamento dei peli, dei pungiglioni, oppure il soffiare sopra di essi, perchè si abbiano immediatamente delle respirazioni molto profonde e perchè queste salgano subito al numero di 8-20 al minuto.

I primi atti respiratori sono rari e profondi, mentre invece mano mano che vanno aumentando diventano sempre più superficiali. Eseguendo su questi animali delle vivisezioni, le respirazioni, naturalmente, aumentarono e Barkow notò, che i movimenti respiratori del torace durano ancora più a lungo, anche dopo che i polmoni hanno perduto il potere di respirare. Questi atti respiratori toracici, appena i polmoni abbiano cessato di dilatarsi, hanno luogo contemporaneamente a dei movimenti della bocca e delle narici, poi questi ultimi vanno diminuendo e spariscono infine del tutto.

Così pure lo stesso autore non potè osservare movimenti respiratori in spermofili, che si trovavano in completo stato di letargo. Ritiene che durante il profondo letargo, se la respirazione non viene ad essere influenzata da stimoli esterni, i polmoni si trovano facilmente in stato di espirazione forzata. Giacciono tutti compressi contro la colonna vertebrale e contengono pochissima aria. Naturalmente, egli aggiunge, è una cosa molto difficile andare a sezionare questi animali senza che facciano dei movimenti espiratori. Nel riccio poi, il palato molle, proprio all'ingresso del laringe, si trova situato in una maniera tutta speciale, in modo che con la epiglotide si chiude completamente il passaggio fra la bocca e la gola. Quando l'animale va risvegliandosi si divaricano le parti laterali della gola, mentre la parte mediana rimane completa-

mente compressa. Barkow, infine, fece delle esperienze per vedere la resistenza dei letargici alla asfissia: « Mentre dei ricci in veglia completa morirono, messi sott'acqua, in tre, cinque e dieci minuti, gli stessi animali, in stato di letargo, poterono resistere sotto l'acqua senza morire, anche 17-30 e più minuti. »

Regnault e Reiset dicono che la respirazione delle marmotte, completamente svegliate e che si nutriscono bene, non presenta nulla di anormale rispetto a quella degli altri animali in generale, e rassomiglia perfettamente a quella degli altri mammiferi, che prendono lo stesso nutrimento; la respirazione però è completamente differente nelle marmotte che sono in letargo. La memoria di questi autori riguarda specialmente gli scambi respiratori e sopra questi parleremo più particolarmente in altro capitolo di questo lavoro.

Il grande Bernard, sostiene che la respirazione di un animale in letargo, si rallenta nello stesso tempo che lo zucchero scomparisce, mentre contemporaneamente il glicogene si accumula nel fegato.

Valentin, ha veduto una marmotta, alla quale egli aveva fortemente legata la trachea, continuare a restare nel suo stato letargico senza fare alcun movimento respiratorio e non cominciare a rimuoversi che quarantadue minuti dopo che le era stato messo a nudo lo sciatico destro; la bocca si apriva di tempo in tempo; tre quarti d'ora o un'ora dopo l'operazione, non vi fu che qualche movimento di agitazione e la morte avvenne senza che l'animale si dimenasse in modo alcuno. Egli rimarcò solamente alcuni movimenti respiratori rarissimi. I movimenti del cuore erano più lenti, e, parecchie volte, quantunque non entrasse aria nei polmoni, si videro alcuni battiti del cuore seguire regolarmente un movimento respiratorio.

La sedicesima memoria di Valentin è consacrata alle curve respiratorie. Le marmotte profondamente addormentate secondo lui fanno un movimento respiratorio ogni mezzo minuto, talvolta solamente ogni sei minuti e anche dopo un tempo più lungo. I piccoli movimenti non sono visibili; essi non hanno più di $^{1}/_{22}$ di mm. di altezza.

Questi deboli movimenti sono separati da alcune pause,

le quali da un piccolo numero di secondi, vanno sino a parecchi secondi.

I movimenti respiratori delle marmotte in profondo letargo hanno una forma molto caratteristica, che non si trova nè nelle marmotte sveglie, nè in altri mammiferi, il coniglio per esempio: le curve sono molto staccate e molto prolungate, perchè il rilasciamento dei muscoli è lento. Esse differiscono molto da quelle delle marmotte sveglie o dei conigli, dopo la sezione del vago.

Il movimento d'espirazione del risveglio si avvicina molto all'espirazione degli altri mammiferi. La fine dell'espirazione cade tanto al disopra come al disotto dell'altezza del punto in cui comincia la inspirazione. La salita e la discesa durano spesso fino a sei minuti ed anche più lungo tempo, con una grande regolarità.

Su delle marmotte in profondo letargo, si possono provocare dei movimenti respiratori, pungendo le dita delle zampe anteriori e posteriori. Questi movimenti respiratori in tutti i casi durano molto tempo proporzionalmente a quelli normali.

Non è raro che l'espirazione sia accompagnata da un leggero rumore, da un sospiro, per esempio. Di regola l'inspirazione dura meno tempo che l'espirazione, e questi due atti offrono dei notevoli cambiamenti di ampiezza. Il movimento di espirazione discende qualche volta molto lentamente.

Il risveglio è caratterizzato dal fatto, che le pause tra due respirazioni divengono sempre più corte, fino a che i movimenti si seguono senza interruzione. La differenza della durata dell'inspirazione e dell'espirazione diviene sempre più grande; la profondità dell'inspirazione s'accresce, occorre notare però che queste particolarità si ritrovano anche in altri mammiferi che non cadono mai in letargo.

Quando l'animale cade in letargo, le pause ricompariscono. All'inizio del risveglio, talvolta, sia l'inspirazione, come l'espirazione, non sono rappresentate da linee normali, ma si compongono di parecchie scosse.

Le curve mostrano che l'espirazione è di 1,08, e fino a 2,46 volte più lunga rispetto all'inspirazione durante il le-

targo profondo; e durante la veglia, solamente da 0,58 a 0,97. Eccezionalmente, può accadere, durante lo stato di letargo, che l'inspirazione divenga un pò più lunga dell'espirazione. L'inverso si trova raramente nello stato di veglia.

La puntura delle zampe produce dalle espirazioni di 3 volte e $^1/_2$ del valore delle inspirazioni.

Nel sonno profondo, una respirazione durerà 19",9 e nella veglia 0",1, e, nell' uno e nell' altro caso, le curve possono raggiungere la stessa altezza.

L'angolo della curva d'espirazione è più piccolo nel sonno profondo che quello della inspirazione: durante il risveglio avviene il contrario.

I movimenti respiratori, ottenuti pungendo le zampe, triplicano l'angolo della curva di inspirazione in rapporto a quello di espirazione.

Le aree delle curve respiratorie delle marmotte più profondamente letargiche sono di un valore fino a 5-6 volte maggiore di quelle dello stato di veglia.

Vi sono grandi differenze d'ampiezza tra lo stato di veglia e quello di letargo, ma vi sono numerose anomalie e non si può formulare alcuna regola.

Serbelloni osservò, che in inverno, i polmoni delle marmotte in letargo sono pallidi e immobili ed inoltre, nello stato di veglia, sono più piccoli di quelli degli altri roditori non letargici.

Sulla respirazione Horvath fece delle bellissime osservazioni sullo spermofilo.

Questo animale, secondo lui, nel risveglio fa 40, 60, 80, 140 e più respirazioni al minuto primo, mentre invece durante il letargo ne fa 4, 2, 1 e talvolta nemmeno una al minuto. Il numero delle respirazioni nello spermofilo letargico non è in rapporto alcuno colla temperatura dell'animale o del mezzo ambiente, oppure di altri fattori. A condizioni costanti di temperatura e di altre condizioni ambienti uno spermofilo è capace di fare 7 respirazioni ed, immediatamente dopo, solamente 5 al minuto. Animali della stessa specie, tenuti vicini, raramente mostrano un sincronismo nel numero delle respirazioni. Il periodo di riposo negli animali in letargo, fra un atto respirato-

rio e l'altro, è molto differente e non uguale nello stesso animale nella breve durata di pochi minuti.

« Bald folgten 2 o der 3 Athmungen rasch hintereinander und dann folgte eine Ruhepause oder die einzelnen Athmungen waren auf ziemlich gleiche Distanz von einander durch gleich dauernde Ruhepausen getrennt. »

Sembra che la maniera di respirare dell'animale letargico abbia un carattere tutto individuale. Riguardo al tipo delle singole respirazioni dell'animale, vi è da notare che al pari di tutti gli altri movimenti, le respirazioni sono molto lente; in genere le inspirazioni sono più lunghe (in media 4 volte) delle espirazioni. La respirazione viene ad essere compiuta specialmente dai muscoli addominali e dal diaframma, mentre sembra che i muscoli toracici non prendano una parte molto attiva all'atto respiratorio. I fianchi dello spermofilo letargico sono sempre molto infossati, in un grado tale, che difficilmente si vede l'uguale in tali animali, anche magri, nello stato di veglia. Dalla differenza di posizione dei fianchi si può prendere cognizione delle respirazioni dell'animale e contarle, perchè del resto non c'è parte del corpo che si muova sincrona con la gabbia toracica, come avviene in stato di veglia (movimento delle pinne nasali). Il più gran numero delle respirazioni trovate nello Spermofilo letargico fu di 10, ma più frequentemente il numero fu da 2 a 4.

Il numero delle respirazioni può essere artificialmente aumentato in uno spermofilo letargico meglio che in tutti gli altri animali col sollevamento della sua coda, al quale movimento esso risponde sempre con una respirazione; naturalmente, però questi movimenti non si susseguono più presto del tempo che all'animale sia necessario per compiere una respirazione.

Il numero delle respirazioni può essere anche diminuito nello Spermofilo sottoponendolo ad un abbassamento della pressione atmosferica. Osservandolo attentamente mentre sta respirando, parrebbe quasi che questi animali durante il letargo abbiano un bisogno a noi ignoto, per la respirazione, a cui vanno dietro, come dice questo autore, e della quale ricerca rimangono grandemente soddisfatti.

Secondo lo stesso Horvath i ghiri hanno la proprietà di compiere un numero di respirazioni molto saltuarie: da 130 passano a 300 per riabbassarsi di nuovo, e così via.

« Die Myoxus schlafen gewöhnlich zusammengerollt, wobei ihr langer und behaarter Schwanz den ganzen Körper der Länge nach umgürtet.

Die Art der Athmung während des Schlafens bei den Myoxus ist etwas verschieden von der bei Zieseln bekannten. Die Myoxus zeigten öfters keine einzige Athmung während mehr als 10 Minuten, machten darauf rasch hintereinander etwa 10 bis 15 Athemzüge und blieben wieder einige Minuten lang ohne solche ».

Delsaux ha studiato l'influenza della depressione barometrica nei pipistrelli posti su un graticcio, in un boccale dove si faceva il vuoto: in meno di un minuto il manometro indicava 50 mm. di mercurio e restava stazionario.

Durante i 18 primi minuti, l'animale non presentava niente di particolare, ma, al termine di questo tempo, alcuni movimenti respiratori si manifestavano e divenivano sempre più frequenti; l'animale non tardava a mostrare dell'inquietudine: si muoveva sul graticcio, poi finiva per cadere nel fondo del vaso e vi restava immobile, in apparenza asfissiato.

Dopo aver lasciato l'animale durante mezz'ora in questo stato, si faceva penetrare l'aria; subito esso rinveniva, emetteva delle grida e incominciava a respirare. Si è ricominciata l'esperienza: il vuoto è stato ottenuto di nuovo a 50 mm. al termine di un minuto; ma, questa volta, l'animale ha mostrato immediatamente un'alterazione respiratoria ed è caduto al fondo del vaso un minuto e mezzo dopo. Essendo l'aria rientrata, il pipistrello rinvenne di nuovo e gridò. Altre esperienze hanno dato al Delsaux dei risultati analoghi. Il contatto con l'acido carbonico provoca immediatamente la ripresa respiratoria e il risveglio, ma la rapidità con la quale questa azione si produce esclude ogni idea d'asfissia. L'acido carbonico, secondo Delsaux, sembrava che producesse una eccitazione della membrana alare.

Un Orecchione introdotto in un vaso circondato da un

miscuglio refrigerante di ghiaccio e di sale, che segna — 21°, presenta una cessazione completa di movimenti respiratori: esso era quasi congelato e ciò nondimeno, quando fu riscaldato nella mano, non tardò a respirare. Questo risultato ha bisogno di essere accuratamente controllato, perchè sembra un po' inverosimile, come anche un'altra osservazione di Horvath della quale parleremo in altro capitolo.

Delsaux osserva, che nei pipistrelli sospesi nelle grotte, la respirazione è talmente rallentata che non si può vedere movimento alcuno. Nel laboratorio si vedono delle serie di movimenti respiratori superficialissimi, separati da pause anche di 15 minuti. Le scosse provocano queste serie, ma non le provocano i rumori o la luce. Quando le eccitazioni sono continue, i movimenti respiratori diventano ugualmente continui e si accelerano sempre più sino al risveglio. Il ritmo respiratorio non sarebbe modificato dalla posizione che tiene l'animale, tanto che la testa sia in direzione verso l'alto o orizzontalmente.

Delsaux constatò nel pipistrello in letargo che gli atti respiratori aumentano o diminuiscono colla temperatura ambiente, come negli animali poichilotermi. Marès però non ritrae una simile conclusione per quanto riguarda gli spermofili, perchè questi animali si risvegliano periodicamente ad intervalli di 3-4 giorni, queste variazioni non si possono quindi vedere, perchè la respirazione varia secondo la fase del letargo ed aumenta all'inizio e alla fine di questo. Marès osservò inoltre che più lo spermofilo e piccolo e più sono numerosi gli atti respiratori.

Dubois, per studiare la ventilazione polmonare faceva scrivere sopra un cilindro di Marey i movimenti di discesa di un gazometro bene equilibrato, destinato a fornire l'aria per alimentare la respirazione dell'animale. Dai suoi tracciati si vede, che il fattore della ventilazione è quasi uguale sia all'inizio che alla fine del risveglio; esso ha raggiunto e conservato il suo massimo fra 17° e 27°, ossia nel periodo medio del risveglio per poi andare diminuendo.

Mangili scrisse, come abbiamo visto, che i movimenti toracici degli animali (marmotte) in letargo siano non so-

lamente rallentati, ma regolarmente interrotti con periodi di riposo completo. Dubois invece, nel suo libro, non accenna al fenomeno della respirazione intermittente e remittente, nel letargo fisiologico in un animale intatto. Patrizi è stato il primo a darci le grafiche della respirazione periodica nelle marmotte in letargo. Nelle marmotte deste, non si osserva mai respirazione periodica intermittente e nemmeno remittente, quindi, secondo Patrizi, il fenomeno, affatto indipendente dalla specie zoologica, è esclusivamente legato allo stato letargico. Lo stesso autore sostiene, che se la respirazione periodica non fu vista da altri osservatori nelle marmotte in letargo, e se spesso da lui non fu trovata, ciò dipende da che basta disturbare le condizioni di perfetta quiete e di profondo letargo, favorevoli alla respirazione periodica, perchè si sottragga alla constatazione sperimentale. Egli ritiene che un momento migliore per ottenere i periodi è il primo tempo dell'osservazione, perchè sottentra poi la respirazione remittente e la affrettata e ritmica, assomigliante a quella della veglia. Appena le marmotte vengono leggermente disturbate e tanto più se vengano legate sopra un apparecchio di contensione, anche rimanendo letargiche, il fenomeno sparisce completamente. Dubois studiò anche i movimenti del torace e del diaframma nelle diverse fasi del letargo, del risveglio e della veglia e fa osservare che nello stato di profondo letargo si hanno 1-2-3-4 respirazioni al minuto e sono così piccole che non possono nemmeno essere registrate; secondo lui, solo a 10°-14° si possono avere delle buone grafiche. In una marmotta alla temperatura di 15°, in stato di profondo letargo, vide che l'addome e il petto respiravano approssimativamente con la stessa ampiezza, e che l'inspirazione addominale precedeva di 1-2" l'inspirazione toracica e finiva qualche secondo più tardi. Le marmotte poi nello stato del risveglio, mostrerebbero raddoppiata, secondo Dubois, la frequenza del respiro e accresciuta l'ampiezza principalmente dalla respirazione toracica. Secondo sempre il Dubois le eccitazioni delle zampe, quando la marmotta è sveglia (37°.8), modificano la respirazione toracica e addominale mentre invece le eccitazioni della vescica e del retto sia con semplice

contatto o con corrente elettrica durante il letargo producono una variazione riflessa nella respirazione diaframmatica e non nella toracica. Sembra inoltre a Dubois, che l'inspirazione addominale preceda di 1-2'' la inspirazione toracica ed in molti punti la inspirazione addominale comincerebbe e si compierebbe prima della toracica tanto da dar luogo alla respirazione alterna (a bascula). Dubois inoltre come vedremo in seguito, confrontando il sonno provocato da anestetici col sonno naturale sugli stessi animali, giunge alla conclusione, che durante il sonno la respirazione è principalmente diaframmatica.

Questi risultati di Dubois, tendenti allo studio anche del meccanismo del sonno nei mammiferi, non concordano con le ricerche sul sonno fatte da Mosso, secondo il quale in questo stato vi è paralisi del diaframma; e questi ammette anche che vi sia una specie di compensazione a mezzo della quale, allorchè la forza del diaframma diminuisce, i movimenti del torace divengono più forti e viceversa. Patrizi, nell'intendimento di ricercare se negli animali letargici si verificavano gli stessi fatti osservati da Mosso nell'uomo, istituì delle ricerche sulle marmotte, in seguito alle quali giunse alla conclusione, che nel letargo la respirazione è prevalentemente toracica, mentre minima è la diaframmatica. Mano mano che l'animale va risvegliandosi, la respirazione diaframmatica va diventando sempre più valida, anzi talvolta supera la respirazione toracica.

Dubois rispose a tali critiche del Patrizi sostenendo che le curve da questo attribuite alla respirazione, sono sicuramente dovute ai movimenti del cuore. Dice inoltre che l'avere trovato Patrizi la respirazione toracica più forte della diaframmatica, dipende da che egli ha compiute le sue ricerche sopra due animali che erano, sicuramente, in stato di veglia.

Patrizi insiste sopra i suoi risultati, ritenendo che nessuno dei suoi tracciati mostri il più che lontano accenno ad una pulsazione cardiaca. Insiste inoltre nell'affermare che nelle marmotte in letargo, con temperatura a 12°, la respirazione toracica ha sempre la preminenza e la precedenza sulla addominale.

Dubois, con nuove esperienze eseguite sulla marmotta in profondo letargo, giunse alla conclusione che solo la respirazione diaframmatica può essere registrata in questo stato e quando, contemporaneamente, l'animale si trovi nel più assoluto riposo. La respirazione della marmotta in profondo letargo non è nè periodica nè remittente, nè regolarmente intermittente, anche alla fine dell' inverno. Ritiene però che la respirazione nel letargo non è sempre regolare. Spesso il tempo di riposo, che segue un movimento respiratorio, può essere più lungo di quello che l' ha preceduto ed allora si stabilisce un vero compenso, perchè in seguito a questa pausa prolungata si hanno due o tre respirazioni invece di una. Lo stesso fenomeno si osserva in seguito ad un movimento respiratorio abortito incompleto. Spesso, nei gruppi di 2 o 3 respirazioni, l'ampiezza delle inspirazioni è meno grande di quando si ha un solo movimento respiratorio. Di tanto in tanto l'animale fa delle profonde respirazioni, che portano a un rinnovamento dell'aria più completo e in questo caso la pausa è anche più lunga. Inoltre, secondo Dubois, il movimento di inspirazione è preceduto da una piccola espirazione, ciò significa che la espirazione che segue immediatamente alla inspirazione non è completa. Questi fatti, nuovi secondo Dubois, sono in concordanza con quanto da lui è stato pubblicato sul meccanismo della termogenesi e del sonno, egli considera i suoi risultati come definitivi ed invita il Patrizi a rifare le sue esplorazioni grafiche.

Albini osserva come in una marmotta sveglia si abbiano 14-22 respirazioni al minuto primo. Quando la marmotta respira tranquillamente, secondo Pembrey, con una temperatura rettale di 9°, le respirazioni si susseguono alla distanza di 5 a 6".

Appena la marmotta venga ad essere disturbata, comincia la respirazione caratteristica a gruppi, ovvero di Cheyne-Stokes, si hanno cioè dei periodi di completa apnea con periodi di respirazione affrettata. La temperatura della marmotta è, in questo caso, fra 10° e 12°; quella della bocca è superiore di 2 gradi.

Durante questo periodo (fatto già osservato da Marshall,

Hall, Pembrey e Pitts nel riccio), la marmotta può presentare tutti i tipi più svariati della respirazione periodica.

Quando la marmotta si risveglia, presenta un tipo respiratorio molto irregolare, la temperatura rettale è sempre di 2° o 3° superiore a quella dell'ultimo periodo studiato, il ritmo respiratorio è irregolare, ma va gradatamente aumentando. Cominciano a muoversi specialmente il capo, il torace e gli arti anteriori e contemporaneamente si innalza anche di molto la temperatura rettale, da 11°-13° a 23° e 27°.

Quando la marmotta ha raggiunto la temperatura di 34°, la respirazione comincia a farsi regolarmente continua.

Pembrey e Pitts, colle osservazioni fatte anche su altri animali letargici, hanno visto che vi possono essere quattro tipi di respirazione nelle marmotte.

1.° Nell'animale in letargo alla temperatura di 11° si possono avere dei lunghi periodi di apnea frammischiati da una o due respirazioni dopo molti minuti.

2.° In un animale in letargo si ha una marcata tendenza alla respirazione a gruppi, ossia alla respirazione di Cheyne-Stokes.

3.° Nell' animale inattivo ma vicino a risvegliarsi il tipo della respirazione è del tutto superficiale e sono assolutamente assenti i periodi di apnea (la temperatura è frattanto aumentata di molto).

4.° La respirazione di un animale che va risvegliandosi è rapida e continua ed è accompagnata da continui tremiti. La temperatura è aumentata perfino di 28°.

Le prime ricerche sul tipo della respirazione negli animali in letargo furono fatte dunque da Valentin, Dubois e Patrizi sulla marmotta, da Pembrey e Pitts sulla marmotta, sul ghiro, sul riccio e sul pipistrello.

Le curve ottenute da Valentin sono molto irregolari, non c'è rappresentato un tipo caratteristico della respirazione nel letargo. Dubois, come si è visto, non crede alla respirazione periodica, ciò che gli viene contestato da Patrizi, come sopra abbiamo estesamente accennato.

Pembrey e Pitts videro questo tipo di respirazione periodica anche nel riccio e nel pipistrello.

I risultati di Dubois non sono concordi con quelli di

questi autori, perchè forse i metodi di ricerca da lui adoperati non erano buoni e l'animale in esperimento veniva sicuramente svegliato.

Pembrey, dunque, studiando il tipo della respirazione fece queste osservazioni sopra i ricci o i pipistrelli, sia nello stato di letargo, sia nello stato di risveglio o di veglia completa. Queste sono le importantissime conclusioni alle quali giungono Pembrey e Pitts:

« Conclusions. There is a relation between the internal temperature and the nature of the respiratory movements of hibernating dormice, hedgehogs, marmots and bats. Four distinct types of respiration may be described:

(1) In the torpid animal with a temperature below 12° there are long periods of apnoea lasting several minutes and broken only by a few respirations.

(2) In the inactive animal with its temperature rising above 13° the periods of apnoea become shorter and the respiration of Biots type with a sudden commencement and cessation of breathing, or of the Cheyne-Stokes' type with a gradual waxing and waning.

(3) The animal is beginning to awake and its tempera ture is about 16°, the periods of apnoea are very short and infrequent; the respiration becomes continuous.

(4) The animal is awake: the respiration is continuous, very rapid and accompanied by slight tremors or marked shivering. The rectal temperature is rising rapidly and is above 20°.

The above stages refer especially to the dormouse. In the hedghog there are in stage (4) a short series of rapid respirations ofter followed by a single deep sighing respiration. This is also observed in the marmot.

These types of respiration are observed in animals upon wich no operation has been performed. The animal was awaking naturally or had been disturbed by the observation of its rectal temperature.

Cheyne-Stokes' respiration and the modification described by Biot are normal in some of the stages of hibernation. The former type is generally seen when the dormouse is less torpid and with a higher temperature than in those cases when the latter type obtains. The latter, howewer, may gradually pass into the former.

Marked disturbance of the hybernating animals causes the respiration to pass more rapidly to the continous type of breathing, even in advance of the temperature characteristic of that stage. The heat of the body, or even with violent shivering. The differents types of respiration are accompanied by differences in the respiratory exchange; but upon this, and other points, further experiments are in progress. »

Pembrey fece ulteriori ricerche sul tipo della respirazione della marmotta e questi sono i risultati a cui egli giunge, e che confermano i suoi precedenti ottenuti sullo stesso argomento, che cioè negli animali in letargo esista una vera e propria respirazione di Cheyne-Stokes.

« 1. In the torpid animal when its temperature is below 11° there are long periods of apnoea, with one or two respirations in several minutes. (Fig. 1, Curve 1).

2. In the less torpid animal with a temperature two or three degrees higher the respirations show a marked tendency to form groups; Cheyne-Stokes' breathing may be well marked (Fig. 1, Curve II and Fig. 3) or a series of respirations may be broken by a single deep-sighing respiration (Fig. 2, Curve II).

3. In the inactive animal, when awakening is beginning, the respiration is much quicker and the periods of apnoea are short or absent (Fig. 1, Curve III). The temperature is rising slowly.

4. The respiration of the awakened animal is rapid and continuous; it is accompanied by tremors or marked shivering (Fig. 1, Curve IV and Fig. 2, Curve III). The temperature is rising very rapidly to about 28. »

Vedremo ora quali siano i rapporti fra circolazione e respirazione durante il letargo.

Secondo Valentin non vi è un rapporto assoluto fra le pulsazioni cardiache e le respirazioni, e più spesso è l'inspirazione che comincia e la sistole cardiaca le tiene dietro; l' arrivo di nuovo sangue aumenta la tonicità cardiaca, come lo prova l'aumento della pressione intravascolare dopo una forte inspirazione.

Una inspirazione profonda secondo Valentin non è sempre legata ad una diminuzione corrispondente della pres-

sione; al contrario, può essere seguita da un aumento. Dopo una lunga pausa, alla quale succede una profonda inspirazione, la pressione è sovente aumentata, ciò che dipende, secondo Valentin, dalla esagerazione della eccitabilità del cuore per abbondante arrivo di nuovo sangue.

Valentin ritiene anche che qualche punta elevata nella curva della pressione dipenda da una profonda inspirazione.

Secondo Dubois (come abbiamo già osservato), nel letargo vi è una grande indipendenza fra cuore e respirazione, perciò, legando la trachea a una marmotta addormentata, questa può stare molto tempo in letargo, di quando in quando fare dei movimenti respiratori con la la gabbia toracica, malgrado che non penetri aria; ogni respirazione è seguita da un acceleramento delle pulsazioni.

Nel letargo, non solamente le pulsazioni cardiache ed i movimenti respiratori non possono essere sempre isocroni, ma si constata spesso una indipendenza considerevole fra il numero delle respirazioni e delle pulsazioni del cuore: in questo caso ha sicuramente avuto luogo una eccitazione, e sembra che questa sia stata capace di portare un risveglio, oppure può essere stata tanto passeggiera e leggera da non produrre nemmeno questo risultato.

Le inspirazioni aumentano molto notevolmente l'ampiezza delle pulsazioni, ogni volta che queste si producono.

Dubois fece delle interessanti osservazioni sul rapporto per respirazione e pulsazioni sotto stimoli vari:

I. Osservazione. — In una marmotta, elevandosi la temperatura da 11°,8 a 12°,6 si avevano 52 pulsazioni cardiache; per 15-16 respirazioni si aveva così un rapporto = 1 : 3,3.

II. Osservazione. — In un'altra marmotta, mentre la temperatura sale da 11° a 13°,4, si hanno 80 pulsazioni per 24 respirazioni. Quantunque le cifre siano più elevate che nell'altro caso, il rapporto è sempre lo stesso, 1 : 3,3.

Dubois ritiene inoltre che a *metà circa del risveglio* il lavoro del cuore aumenti; crescono il numero e l'ampiezza delle pulsazioni, i movimenti della cassa toracica perdono un po' della loro ampiezza e si accelerano.

Verso la fine del semirisveglio i movimenti respiratori sono più ampi, più rari ma non profondi a causa del tremolio dei muscoli. I battiti del cuore sono meno ampi e meno numerosi, e si fa sempre più sentire su di loro l'influenza della inspirazione. In altri casi colla stessa temperatura interna i movimenti cardiaci e respiratori anche essendo meno ampi restano rapidi e regolari.

Verso la fine del risveglio i battiti del cuore continuano ad essere completi ma sono più distanziati. Questa modificazione è sopratutto manifesta l'indomani, nello stato di veglia completa.

Dubois tenne conto del numero delle respirazioni e delle pulsazioni che si avevano durante il risveglio.

Ecco un esempio di una sua osservazione:

Numero delle respirazioni e pulsazioni cardiache che si hanno nel risveglio della marmotta.

	Temperatura			Pulsazioni
Ora	Rettale	Boccale	Respirazioni	cardiache
2,15	11°	11°,6	2	15
30	11,6	12,4		
40	11,8	12,6	12	34
50	12	13,4	16	48
3	12,2	14,6	26 irregolare	72
15	12,6	16,4	36	32
30	13	18,6	36	140
40	13,4	22	36	152
4	14,8	27	40	152
15	18,4	29,2	48	132
4,45	22	31,2	32	140
5,15	31	33,2	23	140
45	31,2	33	20	140
l'indomani	36	36,2	16	88

Su questo punto però parleremo più partitamente in un altro capitolo.

Queste sono le conclusioni alle quali giunge Dubois, sul rapporto fra pulsazioni cardiache e atti respiratori negli animali letargici:

1.° Nel profondo letargo il cuore e il respiro sono isocroni.

2.° Con una eccitazione anche debole, da non provocare il risveglio, si ha un aumento in numero ed in ampiezza dei moti cardiaci e respiratori, e diminuisce la loro durata: sono nel rapporto 1 : 3.

3.° Il lavoro del cuore e dei muscoli toracici aumenta sino verso la metà del risveglio, poi diminuisce verso la fine di questo. È sempre più considerevole nel periodo di risveglio che nello stato di piena veglia.

4.° Si ha la respirazione a bascula (ossia avanza sempre la respirazione addominale sulla toracica).

Io, da parte mia, non ho potuto mai avere l'occasione propizia per compiere uno studio completo sopra la respirazione dei mammiferi letargici, cosa che mi propongo di fare quanto prima. Dovendo stare però a quelle numerose osservazioni da me fatte, senza naturalmente fare uso di apparecchi grafici, ma limitate solamente a contare il numero delle respirazioni e alla durata di ognuna di queste in animali letargici, che si trovavano in profondo letargo, posso dire, confermando quanto era stato così bene visto da Mangili e dagli altri ricercatori che lo seguirono, che nello stato di letargo profondo, il tipo della respirazione è quello di Cheyne-Stokes. E del resto, che una tale respirazione si abbia negli animali in letargo, é una cosa che noi possiamo ammettere anche per analogia, andando a vedere come si comporta la respirazione negli animali poichilotermi nel loro periodo letargico. Difatti, basta che noi ci limitiamo a dare uno sguardo, anche superficiale, ai concordi risultati ottenuti da Fano (1883) nella testuggine (Emys europaea) in letargo, da Siefert (qui si trova tutta la letteratura sulla respirazione dei rettili) in altri animali poichilotermi, che così stretta analogia presentano coi mammiferi letargici in stato di profondo letargo, per convincerci che in questi, nel periodo di letargo, si ha sempre una respirazione periodica.

Strettamente somigliante, poi, è il tipo della curva respiratoria ottenuta da Markwald in una marmotta letargica con quella ottenuta da Siefert sulla respirazione normale dei rettili. In genere possiamo ritenere che la respispirazione, negli animali poichilotermi in letargo, si compie a gruppi separati fra di loro da lunghe pause.

E noi dobbiamo fermamente ammettere, basandoci anche sulla profonda analogia, della quale sopra abbiamo parlato, fra questi animali e quelli letargici, che allorquando questi si trovano in profondo letargo presentano il tipo della respirazione periodica. Inoltre, tutti gli osservatori che si sono serviti del metodo grafico, (all'infuori di Dubois) da Patrizi a Pembrey e ai suoi collaboratori, hanno concordemente osservato che la respirazione di tutti gli animali letargici in completo stato di letargo è a tipo strettamente periodico.

CAPITOLO IX.

Lo scambio respiratorio nel letargo.

Spallanzani, il quale si era completamente convinto della interruzione completa della respirazione, durante il profondo letargo, volle convincersi, se durante questo stato veniva emesso CO_2 dalla pelle. L'azoto, nel quale egli aveva tenuto dei pipistrelli per due ore, ad una temperatura di — 9° R., non conteneva assolutamente CO_2. Quando proseguì la ricerca a 3°,5 R. si sviluppò un pò di CO_2. Spallanzani concluse, che questo gas era prodotto dalla pelle, perchè il letargo dell'animale proseguiva nello stato più profondo ed egli non poteva vedere mai assolutamente dei movimenti respiratori.

Spallanzani sperimentò sopra marmotte, pipistrelli e piccoli moscardini, che si trovavano in completo letargo: ebbene, portati questi animali in una campana contenente da 4 a 5 piedi cubi d'aria, dopo tre ore non era affatto cambiata nella sua composizione chimica. Basandosi sopra questa esperienza, egli credette, che durante il letargo profondo la respirazione fosse completamente sospesa.

Uno dei primi che si sia occupato di vedere il consumo dell'ossigeno nel letargo fu Saissy, nella sua memoria presentata all'Accademia delle Scienze. Anzi, a questo proposito il Cuvier, ebbe a scrivergli:

« L'explication que vous m'avez donnée de vos expériences eudiométrique est satisfaisante; vous n'avez pas

mesuré immédiatement, mais vous avez conclu la quantité d'oxigène d'après ce qu'en avait dit Lavoisier. Maintenant qu'il est démontré que la proportion admise par ce chimiste est beaucoup trop forte, vous jugerez sans doute nécessaire de faire à vos calculs les corrections correspondantes: il est bien certain que l'air commun ne contient que 21 pour 100 d' oxigène ».

Infatti, nella memoria da lui pubblicata, fece le correzioni richieste dal Cuvier.

Questo è il metodo testuale da lui adoperato per le sue ricerche eudiometriche.

« Dans les experiences eudiométriques je me suis servi, pour les marmotte, d' une cloche hydropneumatique de la capacité de huit cent quatre-vingt-dix pouces cubes, graduée selon Lavoisier (Trait. élém. de chim. tom. 2, § III); sur laquelle capacité il faut en déduire cent pour le volume de la marmotte, et vingt pour l'eau qui reste sous le récipient.

Trois autres cloches graduées de la même manière, de la capacité de deux cent quarante pouces; il faut en déduire quarante pour le volume du Hérisson; dix pour le Lérot, autant pour la Chauve-souris, qui, quoique n'étant pas si grosse que le Lérot, deplaçait la même quantité d' air, par le support que j'ajontais; et dix pouces pour l'eau qui reste sous la cloche.

Le tube de verre qui m'a servi d'eudiometre, etait gradué pour pouces cubes et en contenait vingt-deux. Dans toutes les expériences je laissais toujours d'eau dans l'eudiomètre, pour prévenir les effets du refoulement que l' inflammation du phosphore exite ».

Questa sarebbe secondo Saissy la quantità di O_2 consumato dagli animali letargicî in stato di veglia, per ora, in pollici cubi:

Marmotta	Riccio	Moscardino	Pipistrello
107,799	80,800	34,650	17,884

Ad una temperatura esterna di + 7°,5 — Barometro pollici 27, linee 11, la temperatura di questi animali era

Marmotta	Riccio	Moscardino	Pipistrello
27°,25	13,75	21	12

O^2 consumato per ora in pollici cubi

71,866	26,599	20,532	3,849

in perfetto letargo ad una temperatura dell' atmosfera di — 1°.5 — Barometro 27 pollici, linee 8

O^2 consumato per ora in pollici cubi

Riccio	Moscardino
2,037	1,155

Le conclusioni delle sue esperienze sono queste:

«On voit: 1.e que ces animaux, lorsqu'ils jouissent de toute leur agilité, consomment une quantité assez considérable de gaz oxigène relativement au volume de leur corps;

2.e que cette consommation diminue à mesure que leur température baisse;

3.e qu'ils ont la faculté de vivre un temps assez long dans un air qui n'est propre ni à la combustion, ni à la respiration, sans en être fatigués d'une manière notable.

4.e que dans l'engourdissement où la respiration est encore perceptible, la consommation du gaz oxigéne est très-peu de chose en comparaison de ce que ces animaux en absorbent dans leur état ordinaire;

5.e enfin, que dans l'engourdissement profond il n'y a point de consommation de ce gaz, point d'augmentation dans la température, et par conséquent point de respiration ».

« (Si l'opinion qui attribue l'origine de la chaleur animale à la décomposition du gaz oxigène dans l' organe respiratoire, avait encore besoin de preuves pour démontrer la verité, celles tirées des résultats des expériences sur la température des animaux mammifères hybernans, et surtout celles que fournissent les expériences du § II de cette section, sont propres, si crois, à convaincre les plus incrédules) ».

Queste ricerche di Saissy, molto errate e molto incomplete, furono poi contraddette da Mangili. Riporterò testualmente le parole con le quali questi così bene si esprime, per dimostrare che in tutti gli animali letargici vi sia scambio respiratorio.

« Dissi che più di una volta mi è occorso di osservare dei segni non equivoci di una lentissima respirazione;

volli assicurarmene colla esperienza, e con replicate osservazioni accertarmi se questi avevano un regolare periodo. E primieramente alle 3 pomeridiane del 4 febbraio collocai la più piccola marmotta sotto una campana che stava colla bocca immersa nell'acqua di calce limpidissima. Sorgeva nel mezzo un piccolo piedestallo portante un pezzo di legno alcun poco concavo entro il quale posava la marmotta come in una specie di nido. Notai esattamente il livello dell' acqua nell' interno della campana al momento dell' immersione, e riveduta alle 3 della seguente mattina 5 febbraio, trovai che il livello si era alzato di circa tre linee, e che di più una pellicola bianchiccia si era formata sulla superficie dell'acqua contenuta nell' interno della campana. Mi rimaneva da esaminare lo stato dell'aria atmosferica entro la campana, e la natura della pellicola.

L'eudiometro del celebre professore Volta servì a provarmi che l' aria della campana non conteneva più tutto l'ossigeno che suol contenere l' aria atmosferica comune, ed alcune goccie d'acido solforico versate sulla pellicola produsse in questa la più viva effervescenza, svolgendone l'acido carbonico. Così da questi due sperimenti venni affatto convinto che durante il sonno letargico la respirazione non rimane sospesa, e quindi si deve credere che la circolazione egualmente continui con un languore proporzionato a quello che ho misurato nella funzione della respirazione; come poi ho veduto infatti con i miei propri occhi aiutati da buon microscopio nelle ali dei pipistrelli letargici, dei quali mammiferi avrò occasione di parlare diffusamente in un' altra memoria ».

E riguardo ad un' altra marmotta osserva:

« In conseguenza di questa lentissima respirazione anche il livello dell'acqua, dopo certo tempo, lo vidi notabilmente alzato nell' interno del vaso e coperto della solita patina di carbonato di calce. »

Lascerò anche al Mangili di fare la critica dell' opera di Saissy:

« Ma la nostra sorpresa cresce poi maggiormente se lprendiamo in esame il terzo canone da esso stabilito reativamente alla maniera con cui si comportano le sue

precipue funzioni della organica economia durante il sonno letargico.

« Dice egli adunque, che allorquando il letargo è perfetto, la respirazione è nulla, e che il sangue non conserva apparenza di moto che in alcuni vasi maggiori dei più vicini al cuore; e si ritenga che il nostro autore intende sempre di parlare di quel naturale sonno letargico cui vanno soggetti questi viventi durante l' inverno.

« Col terzo canone pertanto esso vuole del tutto sospesa ogni qualunque respirazione nel tempo del letargo; e col primo pretende che l'interno calore non si abbassa al di là dei 5° positivi, non ostante il più profondo letargo, e la più rigida temperatura esterna. Sono, a vero dire, meravigliato come questo autore non abbia fatto verun caso della splendida e soddisfacentissima teoria dell'immortale Lavoisier, relativamente alla genesi del calore animale, teoria che venne generalmente abbracciata dai migliori fisici d'Europa.

« Questo celebratissimo fondatore della moderna chimica pertanto, appoggiato ad irrefragabili sperimenti, vuole che tutto il calore animale derivi dalla respirazione, ch' egli considera come una lenta combustione del carbonio che trapela attraverso dei vasi polmonari entro le cellule aeree. E, secondo i calcoli dell' illustre Seguin, risulta che un uomo nello spazio di un'ora consuma, mediante la respirazione mille dugento pollici di gaz termossigeno, che si tramuta in altrettanto gas acido carbonico, per cui una quantità grande di calorico debba svilupparsi a beneficio del sangue arterioso polmonare, che per mezzo della circolazione si dirama poscia a tutte le parti del corpo.

« Non nego che vi possano essere delle altre cause secondarie, le quali contribuir possano allo sviluppo ed all'incremento del calore animale, ogni qual volta tutte le funzioni organiche si trovino nella debita azione. Ma nel caso nostro come supporre col Medico di Lione, che il calore interno nei mammiferi letargici si mantenga ai cinque gradi, quando che la respirazione, fonte primaria e forse unica del calore animale si trova in essi, com'egli pensa, del tutto sospesa?

« Vorrà esso attribuire questa proprietà al principio

vitale? Ma se noi veggiamo ad ogni momento che il principio vitale si conserva sino a tanto che le funzioni organiche conservatrici durano in una debita azione; che queste potranno bensì rimanere sospese per un certo dato tempo senzachè il principio vitale si estingua; ma che una lunga sospensione induce di necessità la morte, perchè la forza dei principii struggitori prevale a danno della organica economia.

« Se il nostro autore avesse avuto la pazienza di tener dietro per più mesi, e per più inverni ai diversi mammiferi letargici, avrebbe al certo riconosciuto per quale mezzo si conserva in essi, durante il sonno letargico, quel tenue calore interno di cinque, sei, sette gradi. Egli avrebbe veduto, che questi animali non solamente cercano i luoghi tiepidi, e neanco esposti ai rigori del verno, ma che a fronte ancora dell' ambiente men rigido in cui si trovano sanno essi conservarsi un certo grado di calore interno mediante una languidissima respirazione, le cui leggi e variazioni nelle differenti specie sono state da me esposte e pubblicate già da molti e molti anni nel mio saggio di osservazioni per servire alla storia dei mammiferi soggetti a periodico letargo.

« Le centinaia di osservazioni da me fatte, tendenti tutte a comprovare il ritmo respiratorio nelle differerenti specie mammifere soggette a profondo letargo mentrechè dura il letargo conservatore, mi dispensavano pienamente dal ricorrere ad altri esperimenti, giacchè la cosa era per sè stessa della massima evidenza alli miei occhi, che non furono giammai nè miopi, nè presbiti, nè in altro modo pregiudicati rispetto alla forza visiva. In ogni modo che ne volli instituire onde consolidare sempre di più quanto aveva coi miei occhi chiaramente osservato.

« Il primo esperimento riferito nelle citate memorie pubblicate nell' estate del 1807 si fu di collocare sotto una grande campana di cristallo, che pescava nell'acqua di calce, la marmotta letargica senza che venisse il di lei corpo poco o nulla sturbato quanto alla sua naturale giacitura. Avvenne quindi che dopo molte ore il livello dell' acqua si alzò in modo sensibile per effetto del suo tenuissimo ritmo respiratorio, che pure dopo certo tempo

distruggeva una data porzione del termossigeno dell'aria inspirata, e andarsi altronde formando sulla superficie di quell' acqua una tenue pellicola di carbonato calcareo a motivo del gas acido carbonico espirato, che tosto combinavasi colle molecole calcaree disseminate nel fluido acqueo.

« Un tale sperimento poteva a vero dire servire di piena conferma sopra quanto aveva le centinaia di volte precedentemente osservato. Vi furono però alcuni pochi sofisti di troppo accostumati alla facil arte di contraddire, i quali non mi menarono affatto buono un tale esperimento; per cui sino dell' inverno del 1808 non increscendomi di sacrificare una marmotta in istato di letargo conservatore, a maggior guarentigia del vero, mi rivolsi al celebre mio collega il Prof. Brugnatelli, onde volesse empiermi un grande vaso di cristallo di gaz acido carbonico. Ottenuto di fatto dalla gentilezza dell'amico quanto gli aveva richiesto, riposi tosto la marmotta letargica giacente su di un piccolo piedistallo alquanto scavato, entro il gaz micidiale; dove alla sua prima inspirazione diede per via di un insolito cortorcimento di corpo dei segni di molestia, e seguitò a darne mano a mano, che nelle sue rarissime inspirazioni entrava il gaz micidiale nei suoi polmoni. Levata in fine dopo circa un'ora dal recipiente, mentre tuttavolta manifestava per via di qualche insolito movimento dei languidi indizî di vita organica, e trasportata in ambiente sanissimo, la povera marmotta, anzichè rivivere, cessò per lo contrario in essa ogni qualunque segno di residua vitalità.

« Fu adunque il gaz micidiale inspirato, che diede ad essa la morte — ecco pertanto un *experimentum crucis* che non ammette replica a quiete d'animo dei più increduli circa la lentissima respirazione dei mammiferi soggetti a periodico letargo ».

Hall studiò lo scambio respiratorio nel pipistrello ed ottenne questi risultati:

Animale in esperimento: **Pipistrello**

		Temperatura esterna (Fahrenheit)	Assorbimento di O_2 grammi	Durata esperienza ore
Febbraio 22	11 p. m.	41.		
» 23	11 a. m.	38,5	0,80	12
» 23	11 p. m.	39,5	0,75	12
» 24	11 a. m.	38	0,50	12
» 24	11 p. m.	39	0,75	12
» 25	11 a. m.	38	0,60	12
			3,4	60

Da questa ricerca di Hall noi vediamo anche l'influenza della temperatura stessa sullo scambio respiratorio.

Hall vide inoltre che un pipistrello in completo letargo ad una temperatura esterna di 4,°5 R., portato in un pneumatometro, dopo 10 ore non aveva assorbito gas alcuno. Però più l' animale veniva risvegliato e tanto più assorbiva di O_2. Un' altro pipistrello assorbì, in stato di completo letargo, durante 14 ore, nel pneumatometro, una piccolissima quantità di gas. In una terza ricerca, come appare dalla tabella sopra riportata, venne assorbito tanto ossigeno, in 60 ore, che in meno di 30 minuti, in stato di risveglio.

Hall ritiene quindi, che la respirazione degli animali letargici é quasi completamente sospesa e ciò viene provato:

1.° Dall'assenza quasi completa di atti respiratorii,

2.° dall'uguaglianza della sua temperatura con quella dell' atmosfera,

4.° dalla proprietà di resistere per lungo tempo all' intera privazione d' aria.

Prunelle pose un pipistrello in un recipiente chiuso con acqua di calce e della capacità di circa un litro, ebbene, dopo 10 giorni era morto. Un secondo pipistrello fu ritirato molto malandato e morì dopo pochi giorni.

Robert Annan parla delle esperienze di diversi osservatori e in particolare di quelle di Reeve, di Norwich, sui pipistrelli; questi assorbirebbero, nello stato di torpore ossigeno, esalerebbero acido carbonico e qualche volta azoto. Dopo la morte, tanto il corpo intero che parte di

questo assorbirebbero ossigeno e azoto ed emetterebbero acido carbonico ed idrogeno.

A Regnault e Reiset dobbiamo le prime ricerche complete ed esatte sopra lo scambio respiratorio degli animali letargici. Ecco lo scambio respiratorio da loro osservato sulla marmotta:

Condizione della Marmotta	O_2 assorbito per Kg. e per ora	CO_2 emesso per Kg. e per ora	$\frac{CO_2}{O_2}$	*Osservazioni* (Temperatura rettale)
In letargo . .	0,040	0,023	0,40	Era di 12° alla fine dell'esperimento.
In letargo . . (poi inizio di risveglio)	0,085	0,064	0,55	Era di 11°,2 all'inizio dell'esperimento e di 22°,1 alla fine.
Sveglia	0,774	0,641	0,69	Era di 31° alla fine dell'esperimento.
Sveglia	1,198	1,312	0,796	
In letargo . .	0,48	0,037	0,588	

Regnault e Reiset hanno dimostrato per i primi che il consumo dell'ossigeno è più grande nello stato di risveglio che nello stato di veglia.

Secondo questi autori la marmotta in letargo consuma 30 volte meno di ossigeno che allo stato di veglia. Hanno visto discendere il $\frac{CO_2}{O_2}$ sino a 0,4.

Videro inoltre, che nella marmotta sveglia lo scambio respiratorio è uguale a quello che si ha nel coniglio.

Regnault e Reiset dicono, che le esperienze da essi fatte sulla respirazione delle marmotte, danno la spiegazione semplicissima del fatto osservato dal Sacc, e del quale parleremo in apposito capitolo, quando vedremo delle variazioni del peso; cioè, che spesso le marmotte in letargo, aumentano sensibilmente di peso, quantunque esse non prendano alcun nutrimento. Infatti, su una marmotta letargica, si é trovato che il peso dell'ossigeno consumato era di 13,gr·088, mentre il peso dell'acido carbonico emesso non s'eleva che a 7gr, 174. Ora, l'animale non aveva emesso nè escrementi nè urina; perciò, non

avendo esso, d'altra parte, perduto acqua per la traspirazione sola, durante i cinque giorni che è restato nell'apparecchio, esso ha perduto certamente una parte di quest'acqua nella traspirazione, ma questa perdita ha potuto essere molto minore di gr. 5,9, poichè la temperatura dell'animale era bassa e superiore solamente di 4 a quella del mezzo cambiate.

Ecco adesso le conclusioni di questi autori relative ai mammiferi letargici:

La respirazione delle marmotte, completamente svegliate e che si nutrono bene, non presenta niente di particolare; essa è somigliante a quella degli altri mammiferi che prendono lo stesso nutrimento, ma quello delle marmotte completamente letargiche, è molto differente; spesso vi é assorbimento d'azoto e il rapporto della quantità d'ossigeno contenuto nell'acido carbonico a quello dell'ossigeno consumato è molto più debole, perchè non si eleva talvolta che a 0,4.

Da una parte, il peso dell'ossigeno che entra nelle combinazioni non gassose, essendo più grande di quello dell'acido carbonico emesso, e dall'altra, l'animale perdendo poca acqua nella traspirazione, perchè la sua temperatura non è superiore di molto a quella del mezzo ambiente, ne risulta, che « la Marmotte augmente sensiblement de poids par sa seule respiration ».

Ma questo aumento non é indefinito perchè, di tempo in tempo, l'animale emette le sue urine.

Il consumo d'ossigeno delle marmotte in letargo è molto piccolo; esso non si eleva spesso che a $^1/_{30}$ di quello che esigono le marmotte svegliate, ed è possibile che questo consumo sia molto più piccolo, quando questi animali sono esposti a una temperatura molto più bassa, di quella che essi hanno avuta nelle loro esperienze. Al momento in cui le marmotte escono dal loro letargo, la respirazione diviene estremamente attiva e, durante il periodo di risveglio, esse consumano molto più ossigeno che quando esse sono completamente svegliate; la loro temperatura s'eleva rapidamente e il loro corpo passa dal letargo allo stato di veglia completo.

Le marmotte in istato di letargo possono resistere lungo

tempo senza provare effetti fastidiosi, in un ambiente povero d'ossigeno, che asfissia una marmotta sveglia in pochi istanti. Questi animali non sembra che possano passare, di loro propria volontà, dallo stato di risveglio a quello di letargo.

Regnault e Reiset esprimono il rammarico di non aver potuto fare delle esperienze che verso la fine dell'inverno e a delle temperature che non erano molto basse, ad ogni modo il lavoro di questi autori rimane sempre classico.

Valentin consacrò la sua quarta memoria allo scambio gassoso per i polmoni e per la pelle. Rileva dalle sue esperienze questa tabella sinottica, che riguarda lo scambio respiratorio della marmotta in diversi stati del letargo:

Condizioni della Marmotta	O_2 assorbito	CO_2 emesso	H_2O emesso	$\frac{CO_2}{O_2}$	Media di Esperienze Numero.
Letargo profondo . .	0,024	0,014	0,029	0,44	7
» tranquillo. .	0,047	0,033	0,028	0,51	16
» leggiero . .	0,144	0,125	0,029	0,63	8
In stato di sonnolenza	0,575	0,569	0,226	0,72	3
Sveglia	0,973	1,076		0,80	5

Egli ritiene che il riccio non si presti tanto quanto la marmotta per questo studio, perchè si risveglia troppo facilmente e presenta grandi irregolarità respiratorie.

I cinque stati del letargo si caratterizzano molto più per la quantità di acido carbonico emesso, che per la quantità d'ossigeno assorbito per chilogrammo e per ora:

CO^2 emesso per chilogrammo e per ora

Letargo più profondo . . .		0 gr. 020
»	tranquillo . . .	da 0 gr. 020 a 0 gr. 050
»	leggiero	» 0 gr. 050 a 0 gr. 250
»	con ebbrezza . .	» 0 gr. 250 a 0 gr. 700
Sveglia		» 0 gr. 762 a 1 gr. 273

Egli trae, d'altra parte, questa conclusione dalle sue esperienze, che cioè la marmotta svegliata emette, in media, 75 volte tanto acido carbonico e consuma 41 volte tanto ossigeno di più di quello che ne consumi nel suo profondo letargo.

Quando la marmotta è svegliata, consuma proporzionalmente, meno ossigeno, che non emetta di acido carbonico, ciò si vede, secondo l' autore, in altri mammiferi svegliati, ma avviene il contrario nella marmotta in letargo.

Il riccio sveglio emette circa 30,5 volte tanto acido carbonico e assorbe 18,4 volte tanto ossigeno, quanto il riccio in stato di letargo.

Più il letargo è intenso, più l' assorbimento dell' ossigeno sorpassa l' emissione dell' acido carbonico. Verso la fine di un periodo di letargo, al nono giorno, egli vide che quando la quantità d'acido carbonico espirato, in tutti i casi, sorpassava quello dell'ossigeno assorbito, l'animale era vicino al suo risveglio.

Valentin ha trovato su 7 esperienze, che 2 volte vi era stato assorbimento di azoto e 5 volte perdita dello stesso gas. Una lastra di vetro, bagnata d' acido cloridico, sviluppa delle nuvole bianche, distinte, quando si mette a contatto con l'aria di un serbatoio, in cui ha soggiornato una marmotta per un certo numero di ore.

Egli trova, che la marmotta svegliata emette 20 volte tanto di più d' acqua che nel letargo più profondo; ma egli ha ottenuto delle cifre troppo forti, perchè bisogna aggiungere all' esalazione polmonare quella della pelle, che egli non poteva affatto separare col suo apparecchio.

Egli ha confermato, quanto era stato constatato da certi osservatori precedenti, i quali dicono che le marmotte e i ricci possono restare per molto tempo in un' atmosfera fortemente satura d' acido carbonico, e relativamente povera d' ossigeno.

Una marmotta, chiusa in un vaso, faceva 13 respirazioni al minuto, un' ora dopo 16; al termine di 4 ore non esistevano più movimenti respiratori, l' animale era morto senza cambiare la sua posizione primitiva.

Sacc, ritiene, che il peso aumenti lentamentente sino dal momento in cui la marmotta si risveglia per urinar,e

ciò che dipenderebbe, secondo lui, da una fissazione dell'ossigeno.

P. Bert ha ricercato ciò che avveniva, quando ad un animale letargico, lasciato in uno spazio chiuso, veniva tolto l'acido carbonico mano mano che si formava, in modo da ottenere semplicemente una diminuzione molto lenta dell'ossigeno dell'aria. Egli pose in una vasta campana da 16 litri, su una specie di treppiedi bucato, un moscardino bene sveglio: sotto l'animale, dei frammenti di potassa assorbivano l'acido carbonico e un piccolo orifizio permetteva all'aria di riempire il vuoto così fatto, in modo che l'esaurimento dell'ossigeno si faceva molto lentamente.

Il moscardino, quando fu posto nella campana era vivacissimo, il posdomani, poichè un sole ardente dava sulla campana (Temp. est. = 14°) esso era caduto in pieno letargo. Appena la campana fu tolta, esso ritornò alla vita attiva. Altri animali della stessa specie, posti in una campana, all'ombra, e in un ambiente molto più freddo, non cadono in letargo.

P. Bert ha ripetuto parecchie volte le sue espererienze con lo stesso successo, ma pensa che bisognerebbe rifarle in estate. Il letargo, secondo P. Bert, risulta dalla privazione lenta dell'ossigeno.

Nell'aria confinata, senza potassa, i moscardini in letargo morirono senza convulsioni; non accade lo stesso quando sono svegliati.

Horvath fece le sue ricerche sul ricambio respiratorio dei seguenti animali letargici:

30 Spermofili *(Spermophilus guttatus)*;
2 Spermofili *(Spermophilus Brevicauda Br.)*;
19 Ghiri *(Myoxus dryas)*;
2 Marmotte Bobak *(Arctomys bobac)*.

Tutti gli animali furono tenuti in una camera non riscaldata per tutto l'inverno, ognuno separatamente, con della paglia. Gli spermofili furono nutriti con pane, segala, carote, patate e di tempo in tempo con carne e latte. Non si dette loro mai la minima quantità di acqua.

I ghiri furono tenuti in recipienti di legno, con alberelli, in modo che potessero muoversi e saltare. Furono

mantenuti con pane, castagne, pere, noci, pere, prugne, semi di cucurbita e di girasole, ed ebbero anche dell' acqua.

Le marmotte vennero tenute tutte insieme in un recipiente e vennero alimentate con pane, zucchero ed erba.

In tutti questi animali ha luogo il rapido riscaldamento come nello spermofilo. Nei ghiri ha luogo anche questo rapido riscaldamento, quantunque spesso venga accompagnato da altri fattori. In tutte le ricerche fatte sulla respirazione di questi animali coll'apparecchio di Regnault e Reiset, Horvath prese sempre la temperatura rettale. Egli volle vedere se il CO_2 emesso e l' O_2 introdotto erano capaci di spiegarci questo rapido rinsaldamento. Non si tenne conto nè di altri gas, nè dell' acqua. Gli animali furono esaminati sia nel periodo del riposo, come anche nel risveglio e nella veglia perfetta. Il termometro negli spermofili fu introdotto nel retto, per una lunghezza di 36 mm. e nei ghiri per una lunghezza di 20 mm.

Horvath crede di essere stato il primo ad osservare lo scambio respiratorio del ghiro in profondo letargo, perchè, al minimo movimento, risvegliandosi questo immediatamente, egli ritiene false tutte le osservazioni fatte da altri autori su questi animali in letargo.

Dalle cifre di Horvath ho fatto la media per vedere come si comportasse lo scambio respiratorio nei vari animali da lui osservati allo stato di veglia, di risveglio e di letargo e che riporto sotto forma di tabella.

Quantunque il metodo seguito da Horvath per fare le ricerche sulla respirazione non fosse molto perfetto, pur tuttavia le sue cifre non mancano di essere interessanti, dato anche il grande numero delle esperienze che ha eseguite, specialmente in certi animali.

Animale in esperimento e numero delle osservazioni	CO_2 emesso % gr.	O assorbito % gr.	$\frac{CO_2}{O}$ (calcolato da me)	Stato dell' animale
Spermofili . 1	1,21	19,44	0,062	Caduta in letargo
» . 14	1,91	18,25	0,104	Stato di letargo
Ghiri 3	0,96	19,66	0,039	Letargo
Spermofili . 49	8,10	10,91	0,742	Risveglio
Ghiri 11	7,03	11,99	0,586	»
Spermofili . 24	8,53	11,36	0,750	Veglia
Ghiri 3	6,93	12,56	0,551	»

Horvath fece anche qualche ricerca sullo scambio respiratorio dello spermofilo dosando il CO_2 e l' H_2O emessi e riporto due esempi per mostrare lo scambio dell' acqua, del quale non fu tenuto conto nelle altre esperienze da lui così diligentemente riportate:

Spermofilo B in letargo

13.1.72 Peso gr. 163 T. Rett. 9° Resp. 5 al 1' T. amb 9°-10°

Emesso durante 3 ore		
gr. CO_2	gr. H_2O	
0,025	0,031	
0,046	0,043.	dopo poco, nello stesso giorno.

Spermofilo B sveglio

T. rett. 33°,5 Resp. 90-100 al 1' T. amb. 12°-14°

Emesso in 1/2 ora		
gr. CO_2	gr. H_2O	
0,457	0,079	
0,513	0,098	Resp. 80-90 al 1'

Spermofilo C in letargo

8.1.72 Peso gr. 155,5 T. rett. 11°,7 Resp. 5 al 1' Temp. 11°.

Emesso durante 3 ore		
gr. CO_2	gr. H_2O	
0,046	0,060	1.ª analisi
0,039	0,048	2.ª »
0,051	0,048	3.ª »

Spermofilo C sveglio

Gr. 1,72 T. rett. 35° Resp. 100-140 al 1' T. amb. 11°-14°

Emesso durante 1 ora		
gr. CO_2	gr. H_2O	
0,644	0,124	Resp. 100-140 al 1'
0,685	0,137	» 54-100 »
0,571	0,149	» 68-92 »

Horvath non potè fare ricerche in questo senso sulla respirazione, durante il risveglio dell'animale. Dalle cifre qui sopra riportate si giunge alla conclusione che nello spermofilo in letargo le quantità di H_2O e di CO_2, emessi per la respirazione, sono quasi uguali, mentre la quantità di CO_2 emessa da un animale in stato di veglia è circa 40 volte superiore a quello emesso da un animale in letargo perfetto, invece la quantità di acqua emessa nello stato di veglia mostra un aumento solo di 6 volte, non vi è dunque parallelismo fra l'emissione di CO_2 e di H_2O. Questo, dice Horvath, è un fatto che va contro tutte le leggi della regolazione termica.

E. Delsaux, per il suo lavoro *sulla respirazione dei pipistrelli durante il sonno invernale*, si è servito degli Orecchioni *(Plecotus auritus)* e delle Nottole *(Vespertilio murinus)* delle grotte di Maestricht e nelle quali la temperatura era di + 6° a + 7°.

Questi venivano distaccati dalla volta con una lunga pertica ed erano ricevuti sopra un drappo. In seguito venivano racchiusi in gabbie di tela metallica isolate e messe in un sotterraneo oscuro a 7° o 8°.

Delsaux fece dei dosaggi di CO_2 sopra i pipistrelli in stato di letargo alle temperature da 7°,5 ad 8° e anche a 0°. Dalle sue esperienze risulta, che un abbassamento di temperatura in questi limiti ha per effetto di diminuire la cifra del CO_2 emesso dal pipistrello in stato di letargo. Questi animali in tale stato, secondo Delsaux, si comporterebbero come veri e propri animali a sangue freddo.

Un pipistrello orecchione, al momento del risveglio, provocato per eccitazione meccanica, produce in 25' una quantità di 808 mmg. di CO_2, ossia per kg. d'animale e per ora 8400 mmg. di CO_2.

S. Fubini e Benedicenti hanno studiato l'influenza della luce sullo scambio respiratorio negli animali letargici; le loro esperienze riguardano i ghiri, i moscardini e i pipistrelli. Essi hanno trovato che la luce aumentava la produzione dell'acido carbonico in animali da molto tempo digiuni e completamente letargici. Questo risultato non sembra dovuto alla contrazione muscolare, quantunque, secondo Fubini, la luce aumenterebbe la respirazione dei muscoli distaccati, ma ancora capaci di una contrazione, in tutti gli animali. Si tratterebbe qui di un fenomeno assolutamente indipendente dalla contrazione muscolare.

Voit pensa, che Valentin ha ragione, quando fa entrare in giuoco, per spiegare l'aumento di peso delle marmotte in letargo, l'assorbimento d'acqua da parte del tessuto corneo igroscopico delle superficie del corpo, e che procede di pari passo col cambiamento dello stato d'umidità dell'aria.

Secondo questo sperimentatore, l'animale in letargo consuma meno albumina in proporzione del grasso: ciò che è il contrario di quanto si avvera nella inanizione.

Voit ha fatto col suo apparecchio, per lo studio della respirazione, delle prove su due marmotte, l'una in stato di letargo, l'altra in istato di veglia: egli ha tenuto conto anche dell'acqua espirata.

Riporto sotto forma di tabella i risultati ottenuti dal Voit (molto analoghi a quelli del Valentin):

Condizioni della Marmotta	O_2 assorbito per Kg. e per ora gr.	CO_2 emesso per Kg. e per ora gr.	H_2O emesso per Kg. e per ora gr.	$\frac{CO_2}{O_2}$
In letargo . . .	0,322	0,145	0,172	0,33
In stato di sonnolenza	0,411	0,474	0,203	0,77

Queste cifre sono in rapporto molto stretto con quelle che sono state ottenute da Regnault e Reiset, come pure da Valentin, per lo stato di letargo leggiero.

Un'esperienza sul coniglio normale aveva dato a Voit:

Acqua	gr. 1,01	per Kg. e	per ora
Acido carbonico	» 1,08	»	»
Ossigeno . . .	» 0,81	»	»

Così dunque la marmotta in letargo emetterebbe con l'acido carbonico, presso a poco altrettanta acqua (100:119) che il coniglio (100:93), e anche quando la marmotta si trovi nello stato completamente vigile.

E nello stato di sonnolenza si nota, che c'è molto meno acqua che acido carbonico (100:43), ciò che proviene evidentemente dall'aumento dei movimenti dell'animale, da cui dipende una più grande produzione d'acido carbonico, ma non una grande emissione d'acqua.

È meraviglioso, dice Voit, che ad onta dell'accumolo considerevole di grasso nei muscoli, nel fegato, nel sangue, non sia più grande di quella che si ha normalmente. L'acqua che contengono questi organi, come l'ha già indicato Aeby, é un po' minore, di quella che è contenuta negli stessi organi d'un coniglio normale.

Il riscaldamento rapidissimo dell'animale in istato di risveglio, (come vedremo appresso), suscita la questione, quale possa essere la sorgente del calore sviluppato così rapidamente. Questa questione può essere risolta studiando gli scambi respiratori degli animali, nello stato normale nel letargo e nel risveglio. Tali esperienze, quantunque poco numerose e frammentarie (come si è visto), sono state fatte da Regnault, Valentin, Voit e Delsaux. Marès fece delle esperienze sullo Spermofilo, impiegando un apparecchio costruito sul principio di Regnault e Reiset.

Nello stato normale di veglia si osserva, che l'intensità della respirazione dello spermofilo normale è molto grande data la piccolezza dell'animale. Anzi, un fatto molto evidente è quello di vedere, che più lo spermofilo è piccolo e più gli scambi respiratori sono attivi.

Difatti, prendendo le medie delle ricerche di Marès si vede che lo scambio respiratorio di questo animale (lo spermofilo) si comporta in questa maniera (si fa la comparazione con i risultati ottenuti in altri animali e nell'uomo) nello stato di veglia;

	O_2 assorbito per Kg.	CO_2 emesso e per ora	$\frac{CO_2}{O_2}$
Spermofilo	3,854	3,943	0,745
Criceto	2,434	2,646	0,795
Cavia	2,038	2,417	0,862
Coniglio	0,965	1,123	0,840
Uomo	0,444	0,536	0,882

Per quanto riguarda la influenza del peso dello spermofilo sullo scambio respiratorio riporto qualche cifra:

Peso dello spermofilo gr.			
119	5,038	4,702	0,677
170	3,959	4,561	0,839
237	4,069	3,901	0,700

Riassumendo le ricerche fatte da Marès sullo spermofilo, si hanno queste cifre:

Stato dell'animale			
Veglia	3,854	3,949	0,745
Letargo.	0,048	0,058	0,539
Risveglio	5,9	6,0	1,664

Disgraziatamente non furono fatte dal Marès delle determinazioni sulla temperatura del corpo dell'animale.

Dando uno sguardo alle cifre riportate da Marès, si vede che lo scambio respiratorio è enormemente aumentato durante il risveglio dal letargo. L'aumento risulta evidente comparando i risultati ottenuti durante il risveglio, con quelli avuti appena l'animale abbia raggiunta la sua temperatura normale. Durante il risveglio l'animale assorbe in media gr. 5,9 di O_2 per Kg. e per ora, contro gr. 3,8 di O_2 assorbiti nello stato normale; emette gr. 6 di CO_2, contro gr. 3,9 di O_2.

Regnault ha trovato, che un animale in letargo assorbe una quantità considerevole di N dall'atmosfera. Nelle

esperienze di Marès, la quantità di N era spesso leggermente diminuita e talvolta anche aumentata, senza però ch'egli avesse potuto concludere con questo, se si tratti di un assorbimento o di una emissione di N da parte dell'animale. Non c'è un metodo diretto di dosaggio dell'N nell'aria; si deduce la sua quantità dalla differenza degli altri gas dell'aria dosati direttamente. Nel caso che si tralasci di tener calcolo del vapore acqueo, come era il caso delle esperienze di Marès e di Regnault, un cambiamento nella umidità dell'aria dell'apparecchio, dove si trova l'animale, può simulare un assorbimento o una emissione di N. Tutti i gas, che non vengono ad essere dosati direttamente, appariscono nel calcolo come azoto.

Per quanto riguarda lo scambio respiratorio dello spermofilo nello stato di letargo, dobbiamo rammentare che Delsaux ha constatato nel pipistrello in letargo, che la respirazione aumenta e diminuisce colla temperatura ambiente, come è il caso degli animali a temperatura variabile. Marès non può trarre una simile conclusione, perchè lo spermofilo si risveglia periodicamente, ad intervalli di 3-4 giorni: la respirazione quindi varia colla fase del letargo, essa è aumentata all'inizio e alla fine di questo. Marès ritiene che nello spermofilo è una cosa impossibile il poter studiare l'influenza della temperatura ambiente sul suo scambio respiratorio, dati appunto questi continui risvegli, che portano a delle continue modificazioni e che certo non fanno veder bene l'influenza della temperatura esterna sopra la respirazione e sopra gli scambi respiratori di un animale letargico. Marès ha constatato, che il quoziente respiratorio si abbassa di molto durante il letargo, ciò che era stato visto da Regnault e da Voit. Ogni volta che il quoziente respiratorio sorpassa il normale, specialmente nella prima frase del letargo, significa che è l'emissione del CO_2 che produce questa elevazione del quoziente, essendo alquanto più costante l'assorbimento dell'O_2, e ciò fa ritenere, che il letargo non è stato nè normale nè profondo. Sembra poi, inoltre, che l'animale, all'inizio del letargo, emetta tutto il CO_2 contenuto nel suo corpo, in modo che il quoziente si eleva, essendo contemporaneamente molto di Ξ i-

fluito l'assorbimento di O_2. Secondo Marès, nel letargo invernale, non vi sarebbe sangue venoso, ma tutto arterioso; perchè accumolandosi O_2 nel corpo di un animale letargico, questo si sbarazza nello stesso tempo di tutto il CO_2.

Marès studiò inoltre l'influenza spiegata dal freddo sopra gli scambi respiratori dello spermofilo. Si sa, che tutti gli animali a temperatura costante lottano contro il raffreddamento esterno, aumentando la respirazione ed emettendo così più calore, per mantenere sempre costante la loro temperatura.

Marès volle vedere, se i letargici fanno lo stesso e sino a quale grado possono resistere ad un raffreddamento esterno. Egli espone degli spermofili in stato di veglia ad un freddo molto forte, circondando la campana dell'apparecchio, sotto la quale l'animale respirava, di un miscuglio refrigerante di ghiaccio e sale. Le sue esperienze dimostrano all'evidenza, che i letargici lottano contro il raffreddamento esterno molto energicamente, aumentando la loro respirazione ad un grado straordinario e sono capaci di mantenere la loro temperatura, anche quando sono esposti ad un freddo estremamente intenso.

Comparando le esperienze 9b e 9c di Marès fatte sullo stesso animale, durante il risveglio ed appena esso ha raggiunto la sua temperatura normale, si vede che

durante il risveglio assorbe di O_2 gr. 1,116 — calorie 3,772
» lo stato normale » » 0,765 — — 2,211

Da ciò si conclude, che l'energia emessa durante il risveglio è quasi del 70 % più grande che nello stato normale. Marès si occupò poi di fare il *bilancio dell'energia sviluppata durante il periodo del risveglio dal letargo*. Prendiamo per esempio l'esperienza 9b: spermofilo di 153 gr. riscaldatosi in un'ora da 17 a 35 gradi, ossia di 18°. Supponendo la capacità termica del corpo animale = 1 questo riscaldamento rappresenta calorie 3,477. Nello stesso tempo l'animale ha assorbito di O_2 gr. 1,136 ed ha emesso gr. 1,135 di CO_2. Se l'animale brucia i grassi accumulati nel suo corpo, l'assorbimento di gr. 1,136 di O_2, secondo Rübner, corrisponde alla combustione di gr. 0,39 di grassi, che emettono calorie 3,722. Ma l'energia emessa dalla combustione sorpassa di molto quella necessaria per il riscaldamento del corpo dell' animale.

Considerando, che l'animale che esce dal letargo perde meno di calore che allo stato normale, perchè la differenza fra la temperatura propria con la temperatura ambiente è minore e la circolazione è sospesa in una grande parte del corpo, si può affermare, che l'energia emessa dagli scambi molecolari riscontrati nella respirazione è sufficiente per spiegare questo riscaldamento rapido del corpo dell'animale, che tanto aveva meravigliato Horvath, il quale appunto immaginava qualche sorgente occulta di energia, propria a questo stato fisiologico.

Dubois ha trovato nella marmotta quasi gli stessi risultati di Horvath: cioè nel letargo la quantità di H_2O e di CO_2 emessi per la respirazione sono quasi uguali, mentre nello stato di veglia non vi è assolutamente parallelismo fra l'emissione di CO_2 e di H_2O ed ha di più constatato che durante il risveglio la proporzione di acqua eliminata era quasi in così poca quantità, come nello stato di veglia. Per uno stesso periodo di tempo la marmotta che si risveglia emette 11 volte più di CO_2 che di acqua e quella che è completamente in stato di veglia 12 volte di più.

Come sopra abbiamo accennato, Voit vide, che la marmotta in letargo espira tanto H_2O quanto CO_2, però, secondo il Dubois, sostiene a torto che avvenga lo stesso nella marmotta in stato di veglia.

Dubois ammette però, che nello stato di letargo, l'eliminazione del CO_2 subisce delle variazioni che non sono ancora studiate. Sta poi dalla parte di quelli autori, i quali ritengono che nel letargo profondo è più l'O_2 assorbito, di quello che non si ritrovi nel CO_2 emesso. Di più sostiene che l'abbassamento del $CO_2 : O_2$ è di tanto più forte, di quanto più profondo è il letargo, ossia, come lui ritiene, di quanto più bassa è la temperatura interna.

Gaz della respirazione di una marmotta adulta durante il letargo (secondo R. Dubois).

Temperature		Numero delle respirazioni per 1'	Ventilazione — Quantità d'aria per 1 ora	Per 100 volumi di gaz a 0° e a 760 mm.		In un' ora		Differenza fra O_2 assorbito e CO_2 emesso in 1 ora	$\frac{CO_2}{O_2}$
Bocca °	Retto °		litri	O_2 assorbito c. c.	CO_2 emesso c. c.	O_2 assorbito litri	CO_2 emesso litri		
8	7,4	4	11,2	5,6	4,8	0,627	0,537	0,090	0,858
12,8	8,8	24	32,7	4,6	4,1	1,504	1,340	0,164	0,890
18,4	9,4	26	45,9	7	6,5	3,213	2,983	0,250	0,928
28,4	12,4	34	52,6	6,8	6,1	3,576	3,208	0,368	0,897
34	17,6	36	45,9	6,3	6	2,891	2,754	0,137	0,952
34,4	26	36	36	6,5	5,6	2,340	2,010	0,330	0,838
35,4	34,2	36	32,2	6,4	5,6	2,060	1,793	0,267	0,870
35,2	33,2	20	17,4	6,9	6,05	1,078	1,052	0,026	0,975

Queste cifre mostrano che la quantità di CO_2 eliminato è sempre minore della quantità di O_2 assorbito durante tutta la durata del risveglio, ed inoltre questa quantità cresce e decresce con quest'ultima, come la ventilazione polmonare.

Se in un risveglio si trova più CO_2 emesso che O_2 assorbito, ciò dipende da che una forte proporzione di CO_2 è espirato alla fine del letargo, prima che cominci il riscaldamento dell'animale in letargo. Questa fase manca in questa esperienza, perchè sarebbe stato necessario praticare una tracheotomia; però, eseguita questa, alla prima presa di gas l'animale già era in via di riscaldamento.

Dubois ritiene che la maggiore combustione nella marmotta si abbia alla temperatura rettale di 12° e di 28° della bocca. Quando la temperatura dell'animale arrivò a 34°, allora si ebbe il maggiore consumo in ossigeno e di emissione di CO_2. Il quoziente respiratorio fu di 0,858 ad una temperatura della marmotta di 7-8°. Questo quoziente è molto superiore a quello trovato da altri osservatori.

Collo stesso metodo a mezzo di un gazometro ripieno di ossigeno puro, nel quale era riportato il gas respirato dopo essere stato privato del suo acido carbonico, ottenne delle grafiche, che indicano la rapidità relativa dell'assorbimento dell'ossigeno nei diversi momenti del risveglio. La marmotta in esperimento pesava 3007 gr.

Temperatura esterna 11°,6

Ore	Temperatura rettale °	Litri di O_2 assorbito
2,3	11	0,53
4,10	16	1,40
4,40	21	1,80
5	26	1,20
5,15	31	1,20
5,30	33	0,81
5,50	35	0,60
6,10	36	0,35
6,20	36	0,35

Il consumo dell'ossigeno va aumentando rapidamente

sino verso il periodo medio del risveglio, nel quale raggiunge il suo massimo per diminuire poi sino al risveglio completo.

Vedendo i risultati di Dubois, si giunge alla conclusione, che una marmotta in letargo consuma pochissimo ossigeno, 30-40 volte meno che allo stato di veglia, assorbe perciò più ossigeno che non ne emetta sotto forma di CO_2, il quoziente $CO_2 : O_2$ si avvicina a 0,5. Nello stato di risveglio e di veglia il quoziente $CO_2 : O_2$ tende costantemente verso l'unità.

Queste due conclusioni portano Dubois a farne un'altra, che cioè nello stato di letargo sono principalmente le sostanze grasse, che servono di alimenti respiratori, mentre nello stato di veglia, e sopratutto di risveglio, sono i composti idrocarbonati, fra questi specialmente il glicogene.

Dubois dice, che la marmotta in letargo consuma sopratutto grasso e glicogeno. Ora, noi sappiamo che nella combustione degli zuccheri o degli alimenti idrocarbonati il rapporto è $CO_2 : O_2 = 1$ mentre che nella combustione dei grassi il rapporto è $CO_2 : O_2 = 0,55$; in questo caso il CO_2 non rappresenta che la metà del volume di O_2 assorbito, perchè una grande parte di quest'ultimo gas è impiegato per formare H_2O.

Gli A. A. che hanno visto il quoziente $CO_2 : O_2$ abbassarsi durante il letargo e che spiegarono questo fenomeno con l'accumulo ipotetico dell'O_2 nel sangue, avrebbero dovuto ricercare, se ciò non coincideva con delle modificazioni della nutrizione.

Questa interpretazione data da Dubois, che si sostituisce a quella data da molti, dell'accumulo cioè dell'O_2 nel sangue, durante il periodo di letargo, viene ad essere rinforzata dal fatto, che nel periodo letargico la quantità di acqua emessa è uguale a quella dell'acido carbonico, mentre la quantità di acido carbonico, emessa durante il risveglio e la veglia, è 10-12 volte più grande. Secondo Dubois, un po' avanti il cominciare del riscaldamento la marmotta emette più CO_2 che non assorba di O_2, quindi il $CO_2 : O_2$ è transitoriamente più grande dell' unità.

Regnault e Reiset ed anche il Voit hanno visto che nella marmotta sveglia gli scambi respiratori sono gli stessi che nel coniglio.

I calcoli di Dubois mostrano che 160 giorni di letargo sono uguali a dodici giorni di veglia in stato di digiuno assoluto; quasi lo stesso periodo di tempo nel quale un coniglio grasso resiste all'inanizione. La marmotta rientra quindi nella regola generale.

Il Tarulli con l'apparecchio pel dosaggio dei gas della respirazione di Luciani-Piutti, nel laboratorio di Fisiologia dell'Università di Roma (Direttore L. Luciani), studiò lo scambio respiratorio anche negli animali letargici, specialmente per quanto riguarda l'influenza della temperatura. Si è servito di 2 ghiri sottoposti ad eguale alimentazione, uno catturato nell'inverno e l'altro nell'estate e da cinque mesi nel laboratorio. Studiò, nei mesi di dicembre e gennaio, *l'influenza delle varie temperature, tanto nella veglia come nel profondo letargo* (così si esprime l'A.) Le alte temperature le otteneva riscaldando l'apparecchio con una lampada a gas, le basse ponendo al disopra della campana dell'apparecchio due grandi vesciche di gomma ripiene di ghiaccio. Ha voluto vedere anche, se esistevano delle differenze nei prodotti respiratori tra un letargico non in letargo e un animale non letargico; e a tale scopo si è servito di un *Mus decumanus* dello stesso peso del ghiro A.

Animale	CO_2 emesso	H_2O emesso (per kg. e per ora)	O_2 calcolato	$\frac{CO_2}{O_2}$
Myoxus glis sveglio	2,35	1,17	2,35	0,72
Mus decumanus	3,29	2,03	2,98	0,80

Dalle sue ricerche risulta, che il ricambio respiratorio nel ghiro e nel sorcio decumano, a parità di temperatura, è minore che nel ghiro.

Bisogna notare che l'autore non riporta la temperatura, che avevano i vari animali durante l'esperienza, e ad ogni modo, per quanto riguarda i risultati da lui ottenuti sull'influenza della temperatura sugli scambi respiratori negli animali in letargo, noi dobbiamo tener conto solamente di quelli ottenuti a temperature sugli 11°, perchè in tutte le altre eseguite vicino a 3°, come fra 19° e 23° gli animali si trovavano sicuramente nel risveglio

pieno, oppure erano nel passaggio fra il letargo e il risveglio. E difatti l'A., eseguendo delle esperienze nel ghiro B durante l'estate, ad una temperatura di 25°-27° trovò che lo scambio respiratorio era uguale a quello che presentava l'animale nell'inverno, quando si riscaldava artificialmente l'apparecchio a 22°-25° e quindi si risvegliava l'animale, del resto lui stesso accenna questo fatto a pag. 14: « I valori di CO_2 : O_2 nel ghiro B che raggiungono nell'esperienza III quasi l'unità (0,93) e che sono molto più elevati di quelli ottenuti alla temperatura ordinaria (0,70) dipendono dallo *stato di irrequietezza dell'animale...* ». Ma allora, perchè mettere questo risultato fra quelli ottenuti nello scambio respiratorio del ghiro in *completo letargo?*

Inoltre nella ricerca N. 5 fatta nel ghiro A *in letargo*, come poteva l'animale rimanere in *questo stato* ad una temperatura ambiente di 22°-23°?

Lo stesso si dica della ricerca 3 sul ghiro B *in letargo* secondo lui ad una temperatura ambiente di 20°-22°!

Ma è mai possibile che *un animale in letargo* abbia uno scambio respiratorio *più attivo* di quando si trova allo stato di veglia, come appare da molte e molte cifre del Tarulli? E potrei portare altri esempi di questo genere prendendoli dalla sua memoria. Evidentemente noi dobbiamo ascrivere questi risultati ad errori gravi di tecnica, di indirizzo nella ricerca: ciò del resto appare manifesto osservando le cifre da lui ottenute.

Delle ricerche veramente fondamentali sullo scambio respiratorio in vari animali letargici le dobbiamo a Pembrey e alla sua scuola. Da questi ricercatori furono studiati gli scambi respiratori nel letargo, nel risveglio e nello stato di veglia completa ed anche il tipo della respirazione che presentano gli animali letargici, come abbiamo visto in altro capitolo.

Per quanto riguarda la regolazione della temperatura degli animali letargici, Pembrey e White concludono dalle loro esperienze, che ciò dipende dalla attività muscolare più che dalla temperatura dell'atmosfera ambiente; questa non può ridurre la temperatura dell'animale, se prima non viene diminuita la attività muscolare. L'au-

mento di temperatura negli animali letargici è accompagnato sempre dall'aumento dall'acido carbonico espirato. Così concludono gli autori da questa prima serie delle loro ricerche:

« The hybernating animal is in many respects comparable to an anaesthetised mouse, and it is possible thet its productions of carbonic acid and its temperature vary with the external temperature, because sensory impulses from the skin and muscles are diminished and thus reflexly less metabolism occurs in the muscles ».

« The power of regulation of temperature observed in the hybernating dormouse and bat resembles closely that of an miniature warm-blooded animal, and as regards the evolution of hybernation we might say that it is not due to the acquisition of a new power, but to the retention of one abready present in immature mammals and birds ».

Pembrey ed i suoi allievi ricercarono dunque lo scambio respiratorio nella marmotta, nel ghiro, nel riccio allo stato di veglia completa, di letargo e di risveglio per mezzo dell'apparecchio di Haldane:

1. Stato di veglia.

A. - *Marmotta*. Regnault e Reiset trovarono come quoziente respiratorio nel coniglio, animale che più si ravvicina alla marmotta, il $CO_2 : O_2$ variare fra 0,91-0,95, ad una temperatura esterna che variava fra 21°-23°. Pembrey e Gürber anche nel coniglio trovarono il $CO_2 : O_2$ variare fra 0,81-1,07 con una media di 0,90, mentre il rapporto $CO_2 : H_2O$ si aggirava su 1,96, ad una temperatura esterna che variò fra 18-20°. Pembrey, nelle marmotte allo stato di completa veglia, trovò il $CO_2 : O_2$ variare fra 0,72-1,39, con una media di 1,24 e contemporaneamente il $CO_2 : H_2O$ variò fra 1,78-5,33 con una media di 3,31: la temperatura esterna variò fra 15°-19° e la temperatura rettale fra 34°, 25-38°,8.

B. - *Ghiro*. Basandoci sopra quanto aveva sostenuto Saissy, noi possiamo comparare il ghiro con il ratto. In questo animale il CO_2 emesso per kg. e per ora è uguale a gr. 6,276, come risulta dalla media delle osservazioni di Pott e di Pembrey, ad una temperatura esterna variante fra 7° e 17° (media 11,7).

Pembrey nelle esperienze eseguite sul ghiro in stato di veglia trovò $CO_2 : O_2$ uguale a 0,764 e $CO_2 : H_2O$ uguale a 1,891: questi risultati furono ottenuti da Pembrey ad una temperatura media dell'ambiente di 14°,4 e con una temperatura rettale dell'animale di 34°,63.

C. - *Riccio.* Paragonando i risultati dello scambio respiratorio della cavia con quelli del riccio, si ottengono dei confronti interessanti. Nella cavia, il $CO_2 : O_2$ fu trovato da Colasanti uguale a 0,86 ad una temperatura esterna di 18°,8 e da Pembrey uguale a 0,86 e 0,96 ad una temperatura esterna rispettivamente di 22° e 20°.

Pembrey. nel riccio ad una temperatura dell'aria di 12°,2 e dell'animale di 33°,36, ottenne un $CO_2 : O_2$ uguale a 0,89 e un $CO_2 : H_2O$ uguale a 1,92.

2. **Stato di Letargo.**

A. - *Marmotta.* Pembrey confermò, che in questo stato lo scambio respiratorio è molto ridotto, come avevano già veduto tutti gli autori che l'avevano preceduto, e vide che con una temperatura esterna media di 12°,2 e con una temperatura rettale media di 12°,3 il quoziente respiratorio variò fra 0,53-0,55, una media quindi di 0,55: il quoziente $CO_2 : H_2O$ variò fra 5,45-5,63 (media 5,51).

B. - *Ghiro.* Pembrey trovò nel ghiro in stato di letargo ad una temperatura ambiente di 10°,9 ed una media rettale di 11°,73 il $CO_2 : O_2$ abbassarsi a 0,387 (massimo 0,601 minimo 0,226) e il $CO_2 : H_2O$ scendere sino a 0,251 (massimo 0,840 minimo 0,058).

Quando il ghiro è in letargo, con una temperatura del corpo di 12°, lo scambio respiratorio è molto ridotto; la emissione di CO_2 e l'assorbimento dell'ossigeno è ridotto di 100 parti rispetto all'animale sveglio, il quoziente respiratorio è ridotto a 0,23.

C. - *Riccio.* Pembrey vide che il riccio presentava nello stato di letargo, un $CO_2 : O_2$ molto basso, corrispondente a 0,53 (massimo 0,65 minimo 0,45) e il $CO_2 : H_2O$ era uguale a 0,33 (massimo 0,82 minimo 0,15).

La temperatura ambiente fu di 12° e quella dell'animale di 15,°03.

Nel caso del riccio in letargo lo scambio respiratorio

è molto ridotto, quando la temperatura dell' animale è a 16°, il CO_2 emesso e l' O_2 assorbito è ridotto ad $^1/_{10}$ - $^1/_{20}$ dell' animale normale, il quoziente respiratorio e ridotto a 0,51.

3. **Stato di Risveglio.**

A. *Marmotta.* Pembrey in questa serie di ricerche osservò, come la temperatura di una marmotta, in un' ora passò da 13,°5 a 35°,75, e in un' altra marmotta passò in quaranta minuti da 11°,25 a 33°,5. Il quoziente $CO_2 : O_2$ passò a 0,71 e il quoziente $CO_2 : H_2O$ raggiunse anche una cifra superiore a 16. Lo scambio respiratorio subì una notevole diminuzione, appena la temperatura della marmotta raggiunse i 30°, mentre invece fu veramente grande nel passaggio fra i 15° - 28.

B. *Ghiro.* Pembrey ottenne dei bellissimi risultati sullo scambio respiratorio del ghiro, mentre si andava risvegliando, quando, cioè, ad una media di temperatura esterna di 11°,12 la temperatura media alla quale si trovava l' animale da 13,°56 si innalzò a 28°,08. Il $CO_2 : O_2$ divenne 0,742 e il $CO_2 : H_2O$ divenne 3,442.

La temperatura del ghiro, che si sveglia dal torpore, arriva rapidamente in 42 minuti ad essere superiore di 19°.

C. *Riccio.* Interessantissimi anche furono i risultati ottenuti da Pembrey sul riccio che si andava risvegliando; difatti, ad una temperatura media esterna di 11,°6 gli animali passarono da 13°,25 a 30°,73 il $CO_2 : O_2$ andò a 0,72 e il $CO_2 : H_2O$ andò a 4,19.

Se il riccio si risveglia dal letargo, la temperatura aumenta di 20° in 120 minuti. Lo scambio respiratorio è notevolmente aumentato e il quoziente respiratorio va a 0,78. Come nel primo caso, l' aumento della combustione è la spiegazione più ovvia del rapido aumento della temperatura. I quozienti respiratori 0,23-0,50, che si osservano in ambedue gli animali in letargo, si debbono spiegare con una parziale combustione del grasso e con la formazione di zucchero per cui viene ad essere distrutto il glicogeno nel fegato e nei muscoli.

Ecco in una tabella i risultati ottenuti da Pembrey e dalla sua scuola:

	Temp. at. dell'aria	H_2O emessi	CO_2 emessi	O_2 assorbito	$\frac{CO_2}{O_2}$	$\frac{CO_2}{H_2O}$	Temperatura animale (Grad. Celsius)
Ghiro		in decimilligrammi					
Sveglio . . .	14,4	420	792	745	0,764	1,891	34,63 Media
In letargo .	10,9	140	38	62	0,387	0,251	11,73
Nel risveglio	11,12	301	962	941	0,742	3,442	13,56 - 28,08
Riccio		in decimilligrammi					
Sveglio . . .	12,2	55	98	89	0,80	1,92	33,96
In letargo. .	12	22	6	8	0,53	0,33	15,03
Nel risveglio	11,6	29	143	135	0,72	4,19	13,25 - 30,73
Marmotta		per Kg. e per ora					
Sveglia . . .	22,7	0,33	1,20	0,70	0,72-1,39 1,24	3,31	(34,25 - 38,8) 37
In letargo. .	12,2	0,07	0,38	0,50	0,55	5,51	(12 - 17,5) 13,3
Nel risveglio	14,5	0,09	1,60	1,67	0,69	3,64-16,73	15-33
Marmotta		in grammi					
A digiuno. .		0,51	1,23	1,08	0,84	2,33	
In ingrassam.		0,62	2,04	1,26	1,21	3,38	

In questa tabella riporto i dati dello scambio respiratorio di varii animali rosicanti, che più si avvicinano per il loro peso ai vari letargici, perchè possano servire di paragone.

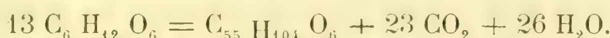
ANIMALE	Peso in gr.	O_2 in gr. (assorbito) per 1 Kg. e per 1 ora	CO_2 in gr. (emesso) per 1 Kg. e per 1 ora	H_2O (emessa)	$\frac{CO_2}{O_2}$	Temperatura (Celsius)	*Osservazioni*	Autore
Coniglio	2755	0,987	1,244		0,91	21-22		Regnault e Reiset
»	2780	0.877	1,107		0,92	23		»
»	4140	0,797	1,039		0,95	23		»
»	1433	1,012	1,354		0,97	18-20		Pembrey e Gürber
»	1882	0,762	0,943		0,90	18-20		»
»	1931	0,883	1,142		0,94	18-20		»
»	—	—	—		0,81-1,07		Media di 8 ricerche	»
»	1744	1,36	1,75	0,89	0,93	18-20		»
Cavia	—	—	1,350		—	—	Media di 6 ricerche	Marchand
»	—	1,612	1,896		0,86	18-8		Colasanti
»	444,9	1,478	1,758		0,86	22		Pembrey
»	445,9	1,416	1,885		0,96	20		»
Ratto (bruno) .	80,5		3,518			7	Le cifre in parentesi designano la media delle medie	Pott
» (grigio) .	55,5		4,308			16		»
Sorcio (bianco).	13		8,880			7		»
Sorcio	25 (43,5)		8,400 (6,276)			17 (11,7)		Pembrey
Sorcio (comune)	19,2	6,660	7,443		0,80	10,5		Oddi
Coniglio	2786,3	mg. 700,0	mg. 656,7	mg. 464,0	0,68	17-19		Weinland e Riehl

La formazione del grasso dagli idrati di carbonio è una cosa ormai stabilita in scienza per le esperienze di Gilbert e Lawes. È cosa nota che nella marmotta vi è un enorme accumulo di grasso nell'autunno, del quale poi si serve nell'inverno. Nell'autunno 1898 Pembrey osservò nelle marmotte che il $CO_2 : O_2$ era di 1,24-1,28 e 1,39. L'A. ricercò lo scambio respiratorio in marmotte ingrassate con carote e mele e in marmotte tenute a digiuno.

Marmotta a digiuno

Numero osservazioni	Temperatura ambiente	Temperatura marmotta	H_2O emessa in gr.	CO_2 emesso in gr.	O_2 assorbito in gr.	$\frac{CO_2}{O_2}$	$\frac{CO_2}{H_2O}$
8	19	36,3	0,51	1,23	1,08	0,84	2,33
Marmotta ingrassata — il $CO_2 : O_2$ è > 1.39 o < 1.04							
22	20,7	36,8	0,62	2,04	1,26	1,21	3,38

Dalle sue esperienze conclude, che durante l'autunno la marmotta fa una grande riserva di grasso, introducendo molti idrati di carbonio, che si convertirebbero in grasso (oleostearopalmitina), secondo la formola di Hanriot:



$$13\ C_6\ H_{12}\ O_6 = C_{55}\ H_{104}\ O_6 + 23\ CO_2 + 26\ H_2O.$$

Difatti il quoziente respiratorio della marmotta, durante l'autunno, è sempre superiore all'unità. E questo non si può spiegare con una riduzione dell'assorbimento dell'ossigeno perchè, comparando il quoziente respiratorio di una marmotta grassa nell'autunno con quello di una marmotta a digiuno completo, si vede che in questo caso il quoziente respiratorio è molto più basso.

Le conclusioni che trae Pembrey da queste ricerche sono le seguenti:

« During the autumn the marmot feeds eagerly upon food consisting chiefly of carbohydrates and rapidly deposits fat in its body as a reserve for combustion during its wintersleep. The respiratory quotient $CO_2 : O_2$ is greater than unity: the mean of twenty-two determinations is 1,21, the maximum 1,39, the minimum 1,04.

These high quotients cannot be explained by a reduction in the absorption of oxygen, for, compared with the condition during fasting, there is a consideraale increase.

The probable explanation is that suggested by Hanriot: during the formation of fat from carbohydrates a considerable quantity of carbon dioxide is split off from the carbohydrate molecule. The respiratory quotient can thus he raised above unity, if the animal bei feeding upon carbohydrates; for, in addition to the ordinary combustion which results in a quotient approaching unity, there is a discharge of a further quantity of carbon dioxide, the oxygen of which is derived from the intramolecular oxygen of the food »

Pembrey ricerca nei suoi lavori la causa di questo rapido aumento dello scambio respiratorio e della temperatura dell' animale. Secondo le analisi di Cl Bernard e Dubois, durante il periodo del risveglio, il glicogeno sparisce rapidamente dall'organismo, mentre aumenta l'attività muscolare (tremito).

Appena la temperatura della marmotta raggiunge i 16°, si presenta subito una rapida respirazione, associata ad un forte aumento di emissione di acido carbonico, coll'aumento contemporaneo dell'assorbimento dell'ossigeno e aumento della temperatura dell'animale. In queste ricerche fu impossibile di prendere contemporaneamente i movimenti respiratori, la temperatura e lo scambio respiratorio della marmotta. L'autore ha osservato, nel riscaldamento, dei movimenti continui di tremolio e spiega con ciò l'aumento della temperatura della marmotta e l'aumentato scambio respiratorio nell'animale. Simili fatti furono osservati nel ghiro, nel riccio e nel pipistrello dallo stesso Pembrey con Pitt. Con queste spiegazioni insomma si viene a rafforzare l'idea di Richet, per quanto riguarda il cane. Dubois però non ritiene, che il riscaldamento nella marmotta si debba a questo tremito muscolare, come è stato già accennato.

È cosa già nota, che il tremito porta ad un aumento dello scambio respiratorio; difatti, Löwy vide, che aumenta dell' 1 per cento il ricambio. Richet ha trovato, che negli animali non letargici aumenta fortemente lo scam-

bio respiratorio questo tremolio muscolare, e più specialmente il quoziente respiratorio.

Dubois sostiene però, che il tremito muscolare è l'effetto e non la causa del risveglio e ritiene invece, che la sorgente del riscaldamento sia il fegato.

Il tremito osservato in tutti gli animali che si ridestano dal letargo e l'aumento della temperatura dell'animale sono tanto più rapidi, quanto maggiore è stato l'ossigeno assorbito e l'acido carbonico emesso.

Secondo Pembrey quindi, l'attività muscolare è la causa prima del riscaldamento, il fegato tiene il secondo posto, fornendo ai muscoli il materiale combustibile. L'A. si riserva di fare degli altri appunti alla teoria di Dubois.

Secondo Pembrey questo fatto dell'aumento della temperatura è dovuto sicuramente ad una combustione delle sostanze idrocarbonate. Nelle ricerche dell'autore, il quoziente respiratorio non superò 0,77, una cifra non maggiore di quella che si ha per la combustione del grasso. Momentaneamente non si può dare una spiegazione completa del fatto. L'analisi dello scambio respiratorio ed il quoziente respiratorio, decrescono dopo il rapido aumento della temperatura. Molto probabilmente, il glicogeno è rapidamente trasformato in zucchero ed in altri simili composti; il quoziente respiratorio per il bruciamento delle suddette sostanze si avvicina alla cifra di 1, mentre invece nella marmotta, il quoziente respiratorio nel risveglio è ridotto solo a 0,7, perchè si ha una simultanea combustione di grasso e una formazione maggiore di glicogeno e di zucchero per la futura combustione. Un'altra osservazione da fare nel risveglio della marmotta è la poca quantità di acqua che viene ad essere eliminata. La sua eliminazione non è affatto in proporzione del CO_2 emesso; si deve trattare sicuramente di una ritenzione di acqua. Il quoziente $CO_2 : H_2O$ è molto alto durante il periodo del risveglio; in quello susseguente poi in un esperimento passò da 10,3 a 3,6 ed in un altro da 9,5 a 4,1.

Dal punto di vista teleologico si deve ammettere, che la marmotta nel letargo ritiene una grande quantità di acqua, la quale si è andata accumulando nel suo corpo durante il periodo del risveglio, per la combustione av-

venuta delle sostanze idrocarbonate e del grasso. Aeby ed altri ricercatori, come abbiamo visto e come vedremo in seguito, trovarono che gli organi di una marmotta in letargo contengono una maggiore quantità di acqua rispetto a quelli di un coniglio normale; più specialmente si ha questo aumento in acqua negli organi di una marmotta vicino alla fine del letargo.

Il piccolo quoziente respiratorio, durante il letargo, è di grande interesse, perchè trova la sua spiegazione nelle vedute di Chauveau e Voit, secondo i quali, si forma grasso dallo zucchero a carico del glicogeno, che si trova nel fegato e nei muscoli. Dalle esperienze di Bernard e di Dubois, difatti, sappiamo che durante il periodo del letargo vi è un grande accumulo di glicogeno nel fegato. L'equazione suggerita da Chauveau è questa:

$$2\,(C_{57}\,H_{110}\,O_6) + 67\,O_2 = 16\,(C_6\,H_{12}\,O_6) + 18\,CO_2 + 14\,H_2O,$$

da cui il quoziente respiratorio è $CO_2 : O_2 = 18 : 67 = 0{,}268$.

La completa combustione del grasso non ci spiega il piccolo quoziente, l'oleina per esempio dà sempre un quoziente superiore a 0,71.

Pembrey riporta la temperatura osservata prima e dopo l'esperienza in un ghiro in cui faceva ricerche sulla respirazione, mentre si andava risvegliando.

Ghiro	Temperatura Prima il risveglio	Temperatura Dopo il risveglio	Aumento della temperatura
III	14°,5	28°,5	14°,0 in 44 minuti
IV	11 ,5	25 ,0	13 ,5 » 43 »
III	11 ,75	25 ,0	13 ,2 » 49 »
VI	11 ,75	31 ,0	19 ,2 » 42 »
I	16 ,5	32 ,27	15 ,8 » 42 »
III	15 ,0	21 ,0	6 ,0 » 17 »

Pembrey riporta anche l'innalzamento della temperatura nel Riccio, mentre si va svegliando.

Riccio	Temperatura Prima	Dopo	Differenza della temperatura
N.°	dell'esperimento		
III	13°,75	30,2	16°,4 in 98 minuti
IV	16,25	31,75	15,5 » 105 »
V	9,75	30,5	20,7 » 122 »
V	10,25	30,5	20,2 » 125 »
V	10,0	20,0	10,0 » 67 »

La temperatura fu presa prima e dopo l'esperienza eseguita sullo scambio respiratorio.

È cosa interessante il calcolare, come fece Marès, nel caso dello spermofilo, se la combustione, rappresentata dall'assorbimento dell'ossigeno e dalla emissione di CO_2, sia capace di spiegarci questo rapido aumento di temperatura dell'animale.

Il calore specifico del corpo è uguale a 0.8. Il ghiro III, che pesava 20 gr, aumentò di 14° in 14 minuti e durante 30 minuti di questo tempo emise 1050 decimilligrammi di CO_2 ed assorbì 1010 decimilligrammi di O_2. Il calcolo minimo del calore sarà $20 \times 0.8\ 14 = 224$ calorie.

Il calore prodotto dalla combustione di un grammo di grasso è di 9423 calorie; l'O_2 assorbito di 2.930 gr. e il CO_2 prodotto di 2.817 gr.; il quoziente respiratorio è di 0,703. In altre parole, il calore corrispondente ad un grammo di ossigeno sarà di 3215 calorie, e ad un grammo di CO_2 sarà 3341 calorie (Laulanié).

Il materiale combustibile durante il risveglio del ghiro, produce 224 calorie e ciò richiede un assorbimento di 697 decimilligrammi di O_2 ed una produzione di 670 decimilligrammi di CO_2 per la completa combustione di 238 decimilligrammi di grasso. Il ghiro assorbe 1010 decimilligrammi di O_2 ed emette 1050 decimilligrammi di CO_2 in un'ora e mezzo.

La sola combustione del grasso, però, come materiale combustibile, non ci spiegherebbe il quoziente respiratorio 0,756 che si ha all'inizio del risveglio dal letargo. È molto probabile che durante il risveglio si abbia una trasformazione del glicogeno in zucchero, che porta il quoziente respiratorio ad 1 e, se questo viene ridotto so-

lamente a 0,756, ciò dipende da una parziale combustione di grasso e dalla formazione di maggiore glicogeno e zucchero. Bernard e Dubois hanno visto, che il glicogeno scompare rapidamente dal fegato, durante il periodo del risveglio. Appena il ghiro comincia a risvegliarsi ha dei forti tremiti muscolari e non è cosa improbabile, che questa attività muscolare sia incaricata della immediata trasformazione del grasso in idrati di carbonio, come sopra abbiamo accennato. La emissione dell'acqua nel ghiro che si risveglia, non cresce in proporzione del CO_2. Ciò si deve alla differenza nella temperatura e nella respirazione dell'animale in condizioni di attività e di risveglio; ulteriori esperimenti, forse, potranno dimostrare questa ritenzione di acqua. Dal punto di vista teleologico, è una cosa abbastanza spiegabile questa ritenzione di acqua durante il risveglio, dovuta alla combustione degli idrati di carbonio e del grasso, perchè, forse, durante il periodo di letargo, si trova più strettamente combinata.

Questa differenza nella eliminazione dell'acqua non é così marcata come nella marmotta e la ragione dipende da che il letargo del ghiro è maggiormente interrotto e presenta maggiori intervalli di attività che non nella marmotta.

Martin, come abbiamo visto in altro capitolo, fece una grande quantità di osservazioni concernenti le relazioni fra la temperatura del corpo e dell'aria circostante, sui monotremi e sui marsupiali e contemporaneamente si occupò anche di vedere le variazioni che subiva la respirazione in questi mammiferi, così bassi nella scala zoologica. Vide che nell'echidna la produzione del calore è proporzionata alla differenza fra l'animale e il mezzo ambiente. Le alte temperature che può raggiungere il proprio corpo non dipendono dal numero e dalla profondità delle respirazioni. Essendo questo un animale che non possiede glandole sudorifere, si deve ritenere che la produzione del calore sia regolata da un fenomeno vasomotorio, dovuto ai vasi superficiali che rispondono alla temperatura esterna. Nell'ornitorinco, invece, osservò Martin, che essendo provveduto di glandole sudorifere, è vero che la produzione dell'acido carbonico variava con

le temperature ambienti e quindi con la produzione del calore, ma, gli atti respiratori non venivano affatto modificati dalle alte temperature. I marsupiali, poi, al pari dell'ornitorinco modificano di poco il numero delle proprie respirazioni alle alte temperature. Come si sa, la regolazione del calore negli animali superiori dipende principalmente dalle condizioni della pelle e dalla frequenza delle respirazioni.

In questi ultimi mesi Weinland e Riehl fecero delle ricerche sullo scambio respiratorio nelle marmotte in stato di letargo, di risveglio e di veglia completa con l'apparecchio di Pettenkofer e Voit.

Sotto forma di tabella riporto i risultati ottenuti da questi autori:

1. Stato di Letargo.

Ricerca	Temperatura apparecchio (Celsius)	Durata ricerca	Emesso CO_2 mg	Emesso H_2O mg	Assorbito O_2 mg.	Perdita peso mg.	$\frac{CO_2}{O_2}$
I	6-9	48	47,6	104,5	82,5	69,4 (²)	0,42
II	11	72	41,9	22,3	43,8	28,6	0,69
III	8,3	88	92,3	-12,7 (¹)	85,4	1,0 (³)	0,78
IV	10-9	22,8	103,2	18,6	95,6	37,4	0,786
V	5 7	96	215,0	102,4	203,5	114,0 (²)	0,77

Gli autori ritengono che le cifre molto elevate di CO_2 osservate da Pembrey nello stato di letargo delle marmotte dipendono, da che queste non erano in profondo letargo, perchè erano relativamente povere di grasso (non sorpassavano kg. 1,5); come si sa nelle marmotte magre, secondo Sacc, il letargo non è molto profondo come in quelle grasse. Questi alti valori di CO_2, trovati da Pembrey, potevano dipendere anche dalla secchezza dell'atmosfera

(1) Assorbito.
(2) Dell'apparecchio più dell'animale.
(3) Aumento.

che rende il letargo molto leggiero, secondo Valentin. Per quanto riguarda l'acqua, vi fu un'emissione che variò fra 100 mg. e 20 mg. per kg. e per ora. Una volta vi fu un assorbimento di acqua in proporzione di 13 mg. per kg. e per ora, che portò ad un aumento di peso della marmotta in letargo di 1 mg. per kg. e per ora, (ossia ad un aumento totale di gr. 0,31), e secondo gli autori questo aumento di peso dipendeva da che questa acqua veniva assorbita più specialmente dalla pelliccia che ricopre l'animale. L'assorbimento di O_2 procede regolarmente con l'emissione del CO_2. Questo fatto ci spiega il quoziente respiratorio, che è sempre molto basso (0,42). In quei casi poi, nei quali il quoziente respiratorio fu molto alto (0,69), si tratta, secondo gli autori, di una variazione che avviene nel grasso (ossidazione). Quando poi i quozienti respiratori variarono fra 0,77-0,79, gli autori credono, che si debba pensare ad una possibilità, che l'albumina possa aver preso parte ai processi di scissione.

2. Stato di Risveglio.

Gli autori riportano un solo esperimento fatto sopra una marmotta che si risvegliò nel periodo di 3 ore e del peso di gr. 3543,4.

Ricerca	Temperatura Celsius	Durata Ore	Emissione CO_2 mg. per kg. e per ora	Emissione H_2O mg. per kg. e per ora	Assorbito O_2 mg.	Perdita di peso mg.	$\frac{CO_2}{O_2}$
VI	5,5	3	219,9	66,7	1703	696	0,94
XI	6-9	24	393,9	201,3	286	310	1,00

I risultati, ottenuti in queste esperienze dagli autori, concordano perfettamente con quelli di Pembrey e degli autori antecedenti ed il quoziente respiratorio molto alto si spiega con la distruzione, che avviene nell' organismo della marmotta che va risvegliandosi, del glicogeno. — Facendo il calcolo delle calorie, 2200 mg. di CO_2 emessi per kg. e per ora ci esprimono gr. 1,5 di glucosio per kg. e per ora. Secondo le ricerche di Stohmann sappiamo che un kg. di destrosio completamente bruciato dà calorie 3,692, ossia calorie 5,5 per kg. e per ora. Siccome

l'animale pesava 3343 gr. occorsero circa 15 gr. di destrosio per portare al normale la temperatura dell'animale. Ritenendo che solo i $^4/_5$ del CO_2 emesso siano dovuti al bruciamento del destrosio, sottraendo $^1/_5$ da 15 gr. di destrosio si ha 12 gr. di destrosio uguale a gr. 10-11 di glicogeno. Difatti dalle ricerche dello stesso Weinland sappiamo, che questa è la quantità di glicogeno contenuto in una marmotta in letargo.

III. Serie di ricerche. - Di questa serie gli autori ne fanno due gruppi distinti: uno nel quale la produzione di CO_2 si aggirava sui 400 mg. per kg. e per ora (392-480) mg. e l'altro nel quale la emissione di CO_2 si aggirava fra 580,5-1121 mg. per kg. e per ora.

Ricerca	Temperature Celsius	Durata ore	Emissione CO_2 mg. per 1 kg. e per ora	Emissione H_2O mg. per 1 kg. e per ora	Assorbito O_2 mg.	Perdita in peso mg.	$\frac{CO_2}{O}$
VII	6,7-7	24	392,2	118,6	390	121	0,73
VIII	1,5	23,9	394,3	118,2	427	86	0,67
IX	6,5-7,5	23,7	429,3	617,9	472,5	75	0,66
X	10	48	480,5	285,0	506	260	0,69
XII	7,0	16,75	648,8	144,9	580,5	212	0,81
XIII	6,5-7,2	24,2	984,0	294,9	989	281	0,72
XIV	6,8	8,2	109,0	186,4	1121	163	0,71

Nel 1.° gruppo si tratta di marmotte che erano in letargo profondo, oppure si trovavano in stato di risveglio non molto forte, in modo che il consumo era poco a carico dal grasso. Nel secondo gruppo si trattava di marmotte che su per giù si trovavano in completo stato di veglia e, come si vede bene dal quoziente respiratorio, vi era poco consumo di grasso.

Gli A. A. non poterono vedere una influenza spiccata della temperatura, almeno entro i limiti da loro osservati (5-10° C.) sullo scambio respiratorio della marmotta in letargo e sveglia, come vide Delsaux nei pipistrelli.

Queste sono le conclusioni, che gli A. A. traggono dal loro lavoro:

« 1. das (heterotherme) Murmeltier lafst während der Ruheperiode, in der es keine Nahrung aufnimmt, in der Hauptsache 4 Zustände unterscheiden:

a) tiefen Schlaf, CO_2 - Wert unter 50, höchstens 200 mg. pro kg. und h,

b) Halbschlaf, CO_2-Wert um 400 pro kg und h,

c) Wachzustand, CO_2-Wert um 1000 mg. pro kg. und h. Von diesen drei Zuständen, die längere Dauer (von Tagen) besitzen können, ist ein besonderer 4. Zustand zu unterscheiden, der nur Stunden währt, und das Aufwachen und Erwärmen des kalten Tieres leistet, dabei steigt die CO_2 - Produktion bis zu 2200 mg. pro kg. und h.

2. Das Murmeltier verbraucht während der Ruheperiode:

a) im Wach-, sowie im Halbwach-und im Schlafzustand Fett;

b) während des Aufwachprozesses in erster Linie Kohlehydrat.

3. Das verbrauchte Fett stammt aus den Fettvorräten, die das Tier vor Ruheperiode in sich aufsammelt. Das verbrauchte Kohlehydrat wird wahrscheinlich teilweise während des Winterschlafes aus anderem Material gebildet. Welches Material hierzu dient, ob Fett oder Eiweifs, ist unbestimmt. »

È cosa ora molto interessante il comparare questi risultati ottenuti sugli animali letargici con quelle osservazioni sperimentali dirette a studiare l'influenza della temperatura sul complessivo scambio respiratorio in altri animali. Le prime ricerche in proposito datano da Adam Crawford, il quale, con mezzi molto primitivi e sperimentando sui porcellini d'India, concluse che questi animali tenuti a bassa temperatura rendono l'aria più flogistica, quindi consumano più ossigeno a temperatura elevata.

Bisogna notare che Priestley e Lavoisier avevano già espresso delle idee consimili, sebbene non convalidate dall'esperienza, anche prima che comparisse la pubblicazione di Crawford. Ma i fatti più importanti, trovati da Lavoisier nello studio di questa importante questione, vanno ricercati nelle due memorie da lui pubblicate insieme a Séguin. Essi trovarono che un uomo digiuno

nello stato di riposo ad una temperatura di 26° R. (32,5° C.) consuma 1210 pollici di *aria vitale* (ossigeno) per ogni ora e che questo consumo aumenta coll'abbassarsi della temperatura: difatti lo stesso uomo, nelle stesse condizioni, ma ad una temperatura di 12° R. (15° C.) consuma per ogni ora 1344 pollici di *aria vitale*. Queste ricerche furono eseguite sullo stesso Séguin. Lavoisier spiegava questi fatti ammettendo che l'aria più fredda si trova per la sua maggiore densità in una relazione più stretta col sangue che circola nel polmone e quindi in ciascuna unità di tempo è maggiore la quantità di ossigeno, che penetra nel sangue alla temperatura dell'ambiente e a temperatura elevata.

Queste idee di Lavoisier trovano una giusta spiegazione nel concetto, che egli aveva della respirazione. Egli difatti, trascurando completamente la respirazione interna dei tessuti, credeva che tutti gli scambi respiratorii si verificassero alla superficie polmonare; non ostante che nella sua memoria pubblicata nel 1789 riconosce che: « Aucune expérience ne prononce d'une manière décisive que le gaz acide carbonique, qui se dégage pendant l'expiration, se soit formé immédiatement dans le poumon ou dans le cours de la circulation ».

Cinquant'anni dopo Liebig — senza istituire ricerche proprie — riportò le idee di Lavoisier, ritenendo anche egli, che la maggior quantità di ossigeno assorbito dipendesse dalla maggiore densità dell'aria fredda e non già da un raffreddamento del corpo e quindi da un aumento delle ossidazioni tendenti a ristabilire l'equilibrio. Le idee di Liebig e Lavoisier furono per molto tempo ritenute come vere, e dobbiamo specialmente a Pflüger ed ai suoi scolari il progresso fatto dalla fisiologia in questa parte e le nuove idee basate su rigorose prove sperimentali. Secondo Pflüger e la sua scuola, se noi vogliamo formarci un concetto esatto dell'azione che la temperatura spiega nel regno animale, dobbiamo studiare separatamente l'azione sia sugli animali a sangue freddo, che hanno la proprietà di variare la loro temperatura, secondo che variano le condizioni termiche dell'ambiente in cui vivono, come anche sugli animali a sangue caldo nei quali il ca-

lore si conserva sempre costante, malgrado che la temperatura possa variare moltissimo. Secondo lo stesso autore, dobbiamo pure, per dedurre delle conclusioni sicure ed inattaccabili, distinguere i fenomeni momentanei ed immediati al variare della temperatura, da quelli consecutivi che si conservano sempre costanti e non si alterano affatto, anche quando la variazione della temperatura duri per lungo tempo. Dobbiamo infine negli animali a sangue caldo fare una distinzione tra i fatti, che si osservano in essi, quando la temperatura del loro corpo resta invariata, e quando si eleva o si abbassa dal livello normale.

Le prime ricerche sugli animali a sangue freddo in rapporto all'azione della temperatura nel regno animale datano da Spallanzani, che istituì le sue prime indagini sulle lumache: in seguito Delaroche nelle rane, Regnault e Reiset nei sauri, Treviranus nelle api, nelle vespe, nelle libellule e Bütschli nella *Blatta orientalis* istituirono delle ricerche analoghe ed ottennero a temperature elevate una maggiore emissione di acido carbonico corrispondente al consumo di ossigeno. Giustamente fa osservare il Voit, che questi risultati non sono attendibili, perchè non è nettamente stabilito, ma resta dubbio, qual parte rappresenti nell'aumentato scambio respiratorio il lavoro muscolare e quale la temperatura. Difatti egli osservò che, i piccoli animali, che servirono come materiale di esperimento, nelle più basse temperature rimanevano come agghiacciati e privi di moto, mentre nelle temperature più elevate eseguivano movimenti molto vivaci.

Ulteriori ricerche stabilirono per gli animali a sangue freddo, che l'emissione dell'acido carbonico e l'assorbimento dell'ossigeno dipendono solamente dalla temperatura del loro corpo e che quindi crescono o diminuiscono a seconda che cresce o diminuisce la temperatura dell'ambiente. Questo risulta specialmente dalle ricerche di Marchand, di Moleschott e di Hugo Schulz, i cui risultati sono indubbiamente i più esatti.

Secondo Pflüger i risultati del Marchand e Moleschott non sarebbero troppo giusti e non concorderebbero con i risultati ottenuti posteriormente dallo Schulz: sta però il fatto che il Moleschott fino dal 1857, ossia 19 anni

prima dello Schulz, aveva trovato nelle rane, in un'aria calda di 28°, un'emissione di CO_2 molto maggiore, che allorquando queste son poste in un ambiente freddo in cui l'aria si trovi alla temperatura di 2°.

Ecco riportati in extenso i risultati ottenuti da Schulz: Rapporto fra temperatura ed emissione di CO_2 negli animali a sangue freddo (Rana esculenta) (secondo Schulz).

Temperatura dell'apparecchio a respirazione	Temperatura della Rana	Emissione di CO_2 per 1 kg. e per 1 ora (c. c. a 0° e 760 mm. Hg)	Emissione di CO_2 per 1 kg. e per 1 ora (grammi)
0,0	1,0	4,31	0,0084
0,25	1,0	6,097	0,0119
0,8	1,5	7,50	0,0147
6,1	6,4	34,17	0,0642
15,8	15,4	35,30	0,0694
17,0	15,2	41,83	0,0822
25,5	25,0	76,26	0,1499
25,5	25,3	86,75	0,1703
33,0	33,0	279,40	0,5495
33,2	33,1	314,53	0,6179
34,2	33,5	348,49	0,6696
35,0	34,0	325,05	0,6392

Aubert fece sulle rane una serie abbastanza lunga d'esperimenti, facendone respirare, parte nell'aria e parte in un'atmosfera d'azoto. In ambedue i casi ha trovato, che la produzione di CO_2 aumenta in proporzione diretta con la temperatura e, risultato conforme a quanto avevano già osservato Regnault e Reiset, che la quantità di acido carbonico esalato, in un tempo determinato, sono presso a poco uguali, sia che le rane respirino nell'aria come in un'atmosfera di acido carbonico.

In questi ultimi tempi Vernon ha ripreso molto diligentemente a studiare, per mezzo dell'apparecchio di Haldane modificato, l'influenza della temperatura sullo scambio respiratorio negli animali a sangue freddo e giunse a delle conclusioni molto differenti da quelle ottenute dai

suoi predecessori. Eseguì le sue ricerche sopra un gran numero di animali a sangue freddo: varie specie di Rane, Rospo, Lucertola, Lucignola, Axolot, Lumaca, Tignuola e Lombrico. Queste ricerche portano alla conclusione che negli animali a sangue freddo la produzione del CO_2 non cresce, come comunemente si crede, proporzionalmente alla temperatura, invece tutti gli animali sottoposti alla ricerca dimostrano che esiste una data regione termometrica, più o meno grande, entro la quale lo scambio respiratorio rimane relativamente stabile.

Nella Rana temporaria le ricerche dimostrarono, che vi è un lento aumento dello scambio respiratorio per 2°-12°,5, quindi la produzione di CO_2 rimane quasi costante fino a 15°; quindi cominciò lentamente ad aumentare e verso 25° andò innalzandosi rapidamente sino a toccare il culmine. Vernon in ricerche anteriori aveva notato una costanza completa dello scambio gassoso fra 6-17°: non ci sappiamo spiegare queste differenze. Raffreddando gradatamente l'animale, la produzione del CO_2 è rapida sino a 20°, al di sopra la eliminazione procede abbastanza lentamente; da 17°,5-12°5 i processi combustivi rimangono alla stessa altezza, quindi si ha di nuovo una rapida, e da 10° in poi una lentissima, diminuzione dell'eliminazione del CO_2 nella Rana temporaria in mg. per Kg. e per ora:

TEMPERATURA (gradi Celsius)	2°	6°	10°	12°,5	15°	17°,5	20°	22°,5	25°	27°,5	30°
Riscaldamento .	68	80	88	96	95	103	121	139	162	260	585
Raffreddamento.	56	61	73	97	107	117	157	191	230	307	511
Media	62	71	80	97	101	110	139	165	196	284	548

Questa maggiore o minore costanza nella produzione del CO_2 è molto più manifesta in altri animali, così nella lucertola e nel lombrico la diminuzione del CO_2 rimane costante riscaldandoli per 10-22°,5, nella lucignola e nell'Axolotl la eliminazione del CO_2 aumenta piano ma continuamente per 2-20°, a 20° la curva si ripiega e comincia a crescere rapidamente fino a 30°. Secondo Vernon questa irregolarità nella produzione del CO_2 in questi

animali, alle differenti temperature, dipende da influenze nervose sopra le combustioni, perchè, appena si tagli alla rana il midollo spinale al di sotto immediatamente del midollo cefalico, la curva del CO_2 varia completamente il suo carattere ed aumenta o diminuisce regolarmente come la temperatura. Nel caso però che il taglio cada nel limite superiore del midollo encefalico o a livello del cervelletto, i processi di combustione si comportano come in un animale intatto, che non abbia subito alcuna lesione. Da queste ricerche Vernon conchiude quindi, che i processi di combustione della rana sono influenzati da un centro situato nel midollo encefalico. Paragonando ad 1,0 la produzione media del CO_2 in una rana per tutte le temperature fra 2-30°, i valori del CO_2 per la tignuola sono di 3,03, nella lucertola 1,59, nel rospo 1,32, nell'axolot 1,14, nella lumaca 0,88, nella rana esculenta 0,74, nella lucignola 0,52, nel lombrico 0,45.

Nelle ricerche di Athanasiu, sopra lo scambio respiratorio della rana in differenti periodi dell'anno, si vede manifestamente un forte aumento dell'O_2 consumato e del CO_2 eliminato nei mesi di estate ed una diminuzione durante l'inverno sia nell'O_2 come nel CO_2.

Molto più complicata, e perciò fino ad ora più controversa, è l'influenza della temperatura sugli animali a sangue caldo. Molte delle ricerche istituite a questo riguardo sono incomplete ed eseguite con insufficenti mezzi di indagine. Tali sono le ricerche di Berthollet, di Delaroche nei conigli e nei porcellini d'India, di Vierordt sull'uomo, di Letellier negli uccelli, topi e porcellini d'India, di Lehmann nel colombo di torre, nei lucherini e nei conigli, di Regnault e Reiset in un pollo, in un cane e nelle marmotte, come si è già visto, di Smith e di Speck. Tutte queste ricerche dimostrarono, che partendo sempre per confronto dalle temperature medie, a bassa temperatura si ha in genere aumento nell'emissione di CO^2 e una distinta diminuzione a temperatura elevata.

Sanders-Ezn trovò, che nei forti abbassamenti di temperatura spesso l'eliminazione del CO_2 non aumenta, ma diminuisce come negli animali a sangue freddo. Ebbe quindi per primo il merito di porre in evidenza un fatto

molto importante, cioè che esiste una enorme differenza nei risultati a seconda che il calore proprio dell'animale per l'azione delle diverse temperature dell'aria ambiente varia o rimane inalterato. Fu quindi Sanders-Ezn il primo a porre in vista l'esistenza di un limite di regolazione termica. Ludwig e Sanders- Ezn videro nei conigli aumentare rapidamente l'eliminazione del CO_2 raffreddando di 6°-7° la temperatura dell'ambiente, che era di 38°; la videro all'incontro diminuire portando la temperatura ambiente da 4°-9° a 35°-37°; di tanto variava il processo intimo combustivo col variare delle condizioni termiche esteriori, mentre al contrario l'aumento del calore del corpo, anche se prodotto dalla febbre, ha per risultato un aumento nella produzione di CO_2. Altre serie di ricerche furono istituite da altri autori sottoponendo gli animali in esperimento alle immersioni calde o fredde.

Anche sugli animali a sangue caldo Letellier prima e poi il Barral dimostrarono che l'esalazione del CO_2 aumenta a misura che la temperatura ambiente diminuisce.

Gildemeister e Liebermeister trovarono nell'uomo immerso in un bagno freddo un aumento nella emissione del CO_2, aumento che perdurava qualche tempo anche dopo il bagno per poi discendere fino sotto la norma. Dello stesso ordine di ricerche sono le esperienze di Senator sui cani, di Röhrig e Zuntz nei conigli immersi in acqua calda e fredda, di Lehmann sull'uomo sotto l'influenza di semicupi freddi di Erler e Litten nei conigli. Da tutto questo risulterebbe, che gli animali a sangue caldo, finchè conservano inalterato il proprio calore, emettono maggior quantità di acido carbonico a bassa temperatura che a temperatura elevata, e quando poi la loro temperatura viene ad essere alterata per le condizioni termiche dell'ambiente, si comportano come gli animali a sangue freddo, emettono cioé più CO_2 nelle alte che nelle basse temperature.

Secondo gli autori sopra ricordati, a temperature elevate, questi animali, essendo la loro temperatura divenuta molto incostante, potendo sorpassare 42°, 42°,5, emettono da principio maggior quantità di CO_2 ed in seguito, come suole avvenire prima della morte, una quantità mi-

nore. Quinquand osservò in due cani, in cui la temperatura del corpo fu portata per mezzo di bagni caldi da 38°,5 rispettivamente a 41°,5 e 41°,2 il consumo di CO_2 elevarsi da 387 c.c. a 774 c.c. e da 1224 c.c. a 1776 c.c. e l'emissione di CO_2 nello stesso tempo da gr. 2,17 a gr. 2,75 e da gr. 2,24 a gr. 2,60. Ma questa azione non apparirebbe sensibile, se però contemporaneamente la variazione della temperatura non è molto notevole.

Nell'uomo, in seguito a bagni caldi di $\frac{1}{4}$-$\frac{1}{2}$ ora a 38°,5 e 39°,5 e dopo un aumento della temperatura del corpo di 0°,5, lo Speck non ha potuto osservare nessuna azione sensibile sulle combustioni respiratorie.

Le esperienze di Senator e di Winternitz sul cane verrebbero a dimostrare, che l'energia dei fenomeni di combustione non subisce alcuna modificazione per la temperatura ambiente. L'organismo potrebbe sottostare ad alte temperature senza consumare maggiore quantità di O_2 ed emettere più CO_2 di quello che non faccia in uguali condizioni esterne a temperatura normale. Questi esperimenti furono successivamente confermati da F. Kraus.

Gli stessi risultati di Schulz negli animali a sangue freddo ebbero negli animali a sangue caldo curarizzati Zuntz e Röhrig e così anche Pflüger.

Dalle ricerche di questo ultimo si hanno queste cifre:

Temperatura Rettale	O_2 consumato per kg. e per ora	CO_2 emesso cm. c.
33,0	298,8	—
32,4	—	310,3
39,0	436,2	356,9
41,0	523,8	520,1

Da ciò si conclude che con un aumento della temperatura del corpo da 39° a 41°, conteggiando sempre per 1° C, il consumo di O_2 aumenta del 10 %; con una diminuzione di temperatura del corpo da 39° a 33° diminuisce il consumo di O_2 conteggiandolo per 1° C. del 5,2 % e l'emissione di CO_2 del 1,9 %.

Da questo lato sono molto dimostrative le seguenti ricerche di Velten fatte sul coniglio curarizzato.

N.	Temperatura rettale	O_2 consumato per kg. e per ora	CO_2 emesso cm. c.	Variazioni °/₀ per 1°C. dell'assorbimento di O_2	dell'emissione di CO_2
1	38,3	581	571		
2	37,4	557	541	— 4,5	— 5,8
3	31,4	386	383	— 5,1	— 4,8
4	26,2	219	202	— 8,3	— 9,1
5	23,1	181	178	— 5,5	— 3,7
6	30,4	211	196	+ 2,2	+ 1,4
7	36,4	455	437	+ 19,5	+ 20,8

Pflüger, studiando sui mammiferi, nei quali stabiliva la respirazione artificiale, dopo aver eliminato l'influenza del cervello col taglio del midollo spinale, in modo che i muscoli non fossero sotto il dominio dei centri nervosi superiori, trovò, che in queste condizioni lo scambio dei tessuti è tanto più attivo, quanto più alta è la temperatura dell'animale.

Temperatura Rettale	O_2 consumato per kg. e per ora	CO_2 emesso cm. c.
38,7	422,7	399,7
41,3	489,3	486,4

Per un aumento di 1° C di temperatura del corpo, aumenta il consumo di O_2 del 6,1 °/₀ e l'emissione del CO_2 dell'8,30 °/₀.

Pflüger vide inoltre che anche in un mammifero intatto un aumento della temperatura del corpo porta ad un aumento dello scambio respiratorio:

Temperatura Rettale	O_2 consumato per kg. e per ora	CO_2 emesso cm. c.
38,6	676,9	641,3
40,6	754,8	728,2

Però in questo caso, calcolando come sempre per un aumento di 1° C., l'aumento del consumo di O_2 è da 5,7 °/₀ e quello dell'emissione del CO_2 dal 6,8 °/₀.

È merito della scuola di Pflüger (Zuntz e Röhrig, Colasanti, Finkler, Pflüger) però di avere stabilito che quando

la temperatura del corpo dei mammiferi rimane invariata, il ricambio materiale si comporta diversamente: aumenta coll'abbassamento della temperatura e diminuisce coll'innalzamento di questa.

Molto istruttive sono le ricerche di Pflüger nelle quali l'animale, in periodi ognuno di 20', veniva riscaldato o raffreddato, temperatura che egli regolava in un bagno (fra 20° e 42° C nel retto): deduceva quindi dai suoi esperimenti che a sistema nervoso intatto ed a temperatura propria normale, all'azione della temperatura si aggiunge quella del sistema nervoso centrale, ed è perciò che nell'aria fredda il ricambio dei tessuti è più energico. Elevandosi (39°,8-42° C) o abbassandosi (20°-30 C) la temperatura propria dell'animale, l'azione della temperatura è più energica di quella del sistema nervoso, onde si ha un innalzamento del ricambio dei tessuti nelle più elevate proprie temperature ed un abbassamento nelle più basse.

Ricerca XXIII N.°	**O_2 consumato** per kg. e per ora	**CO_2 emesso** cm. c.	**Temperatura** Rettale
1	829	859	39,2
2	794	691	39,2
3	738		da 39,2 a 38,3
4	763	704	» 38,3 » 37,8
5	839		» 37,8 » 37,3
6	888	778	» 37,3 » 37,6
7	859		» 37,6 » 28,6
8	608	577	» 28,6 » 24,0
9	457	512	» 24,0 » 20,0
Ricozca XXIV N.°			
1	798	704	da 37,8 a 38,8
2	771	634	» 38,8 »
3	884	882	» 38,8 » 25,6
4	588	519	» 25,6 » 21,4
5	486	539	» 21,4
6	648	542	» 21,4 » 26,5
7	820	756	» 26,5 » 32,6
8	707	715	» 32,6 » 35,6
9	667	617	» 35,6 » 36,5

Molte considerazioni dobbiamo fare sopra queste ricerche considerevoli dello Pflüger. Appena vi sia un abbassamento della temperatura del corpo a causa del raffreddamento, si ha un notevole aumento dello scambio respiratorio (Ricerca XXIII N.° 4 sino a 7; ricerca XXIV N.° 2 sino a 3). Viceversa avviene, quando la temperatura del corpo viene di molto abbassata al disotto del normale (Ricerca XXIII N.° 8 sino a 9; ricerca XXIV N.° 4 sino a 6). Se il bagno viene di nuovo riscaldato e la temperatura del corpo si avvicina di nuovo alla normale, lo scambio respiratorio aumenta di molto, con una temperatura esterna relativamente bassa, (Ricerca XXIV N. 7 sino a 8) per poi diminuire con una temperatura esterna alquanto più elevata. Con queste ricerche era quindi stabilito, che lo scambio respiratorio negli animali a sangue caldo aumenta sotto l'influenza del raffreddamento; insomma, l'energia dei processi ossidativi, anche in questi ànimali, aumenta indipendentemente dall'influenza regolatrice del sistema nervoso e contemporaneamente alla temperatura degli organi. Questa legge è fondamentale per tutti i tessuti viventi, appartengano questi ad animali a sangue caldo o a sangue freddo. L'aumento dello scambio respiratorio a causa del raffreddamento, che è così caratteristico negli animali a sangue caldo, deve essere inteso, secondo Pflüger, nel senso, che l'organismo aumenta i suoi scambi per mantenere sempre normale la propria temperatura.

Il Colasanti studiò il ricambio gassoso degli animali a sangue caldo (porcellini d'India), a sistema nervoso intatto ed a temperatura propria normale e trovò, che nelle basse temperature la quantità di CO_2 eliminata è circa il 40 % e la quantità di O_2 assorbito circa il 38 % più elevata che nelle alte temperature. Le ricerche del Colasanti dimostrarono pure, che l'azione della temperatura non è momentanea, come qualcuno ammetteva, ma duratura.

Dittmar Finkler continuò gli studi di Colasanti nel laboratorio di Pflüger ed ottenne d'inverno, con sbilanci più forti di temperatura, una differenza del 47 % per il CO_2 eliminato e del 66 % per l'O_2 assorbito tra le basse

e le elevate temperature (fra 3°,64 e 26°,21): quindi, per un abbassamento di temperatura di circa 24° C, il ricambio dei tessuti veniva ad essere quasi raddoppiato. Finkler dagli esperimenti di Plüger calcola, che ogni volta che la temperatura delle cavie sale per mezzo del riscaldamento artificiale di 1° C, il ricambio materiale si eleva del 3,3 %. Dopo diffalcato l'eccesso dovuto al lavoro respiratorio e cardiaco e dopo calcolati i piccoli eccessi, causati, secondo Pflüger e Finkler, dall'aumento della temperatura propria, si trova un aumento dei processi di combustione al massimo del 5-10 % di fronte ai valori normali, che si hanno durante il riposo.

Carlo Teodoro di Baviera fece in un gatto, tenuto a dieta costante dal 14 dicembre al 14 giugno, 22 determinazioni dell'acido carbonico emesso e dell'ossigeno inspirato nelle diverse temperature esterne (— 5°,7 fino a + 30°,8). Anch'egli trovò che, partendo da una temperatura media di 16° C per un abbassamento di 21° (— 5°) si ha un aumento circa del 40 % e per un innalzamento di 14°,8 (30°,8) si ha una diminuzione di circa il 31 % tanto nell'eliminazione del CO_2 come nell'assorbimento dell'O_2.

Il Voit, per decidere se l'aumento dello scambio respiratorio a bassa temperatura fosse dovuto ad aumento dei movimenti volontari od involontari dell'animale, come qualcuno voleva credere, fece una serie di ricerche alle diverse temperature esterne in un uomo tranquillo, tenuto per sei ore nella camera di Pettenkofer.

Questi sono i dati della ricerca di Voit:

Temperatura	Emissione di CO_2 (per 6 ore grammi)	Temperatura	Emissione di CO_2 (per 6 ore grammi)
4,4	211	23,7	165
6,5	206	24,2	167
9,0	192	26,7	160
14,3	155	30,0	171
16,2	158		

Partendo da una temperatura media di 14°-15° egli notò un aumento del 36 % nell'emissione di CO_2 per un abbassamento di 9°,9 (+ 4°), e un aumento nel CO_2 elimi-

nato di circa il 10 $^0/_0$ per una elevazione di 6° (+ 20°), contrariamente a quanto erasi trovato per l'innanzi.

Secondo il Page, nel cane, posto in un ambiente a 25° C, la quantità di CO_2 esalata rappresenta il minimum; verso 42° C è tre volte e mezzo superiore a quella emessa normalmente. Utilizzando i dati raccolti da Voit nelle sue esperienze sull'uomo si può tracciare una curva, che corrisponde ai risultati di Page, tranne che il punto minimo nell'esalazione di CO_2 si presenta a una temperatura più bassa. Di questo stesso ordine di idee è il lavoro di Fredericq, secondo il quale esiste negli animali a sangue caldo un minimun di irradiazione calorifica (che per l'uomo vestito calcola verso i 18°). Tutte le temperature uperiori o inferiori hanno per effetto di aumentare le combustioni interstiziali.

Oddi, con un apparecchio molto perfetto, sperimentando nel *mus musculus* notò, che in quest'animale fra una temperatura media di + 12° C e una bassa di + 3° C si ha un aumento nella eliminazione del CO_2 del 21,40 $^0/_0$ e nel consumo di O_2 del 16,24 $^0/_0$ e tra una temperatura minima di + 3° C e una massima di + 35° C una diminuzione nel CO_2 del 47 $^0/_0$ e un risparmio dell' ossigeno del 42,50 $^0/_0$. Nel *mioxus avellanaria* tra una temperatura di + 7° e una di + 35° ebbe una diminuzione per il CO_2 del 64,04 $^0/_0$ e per l'O_2 assorbito del 43,20 $^0/_0$. Da queste ricerche risulta quindi, che il freddo agisce sull'organismo rendendo molto più attivo il complessivo scambio respiratorio.

Oddi accetta l'idea emessa dal Luciani, che la regolazione della termogenesi e dello scambio materiale sia funzione del sistema nervoso considerato nel suo insieme e nella sua unità.

Credo sia cosa interessante raggruppare sotto forma di tabella i rapporti fra temperatura ed emissione di CO_2 negli animali a sangue caldo, osservati dai vari autori.

Animale	Temperatura gr. Celsius	O_2 assorbito	CO_2 emesso	H_2O emesso	$\frac{CO_2}{O_2}$	$\frac{CO_2}{H_2O}$	Autore
		per 1 kg. e per 1 ora					
		c.c.	c.c.				
Cavia	15,5	1079,66	1065,92		0,98		Colasanti
»	6,0	1438,31	1262,67		0,88		»
»	22,2	1050,00	867,19		0,83		»
»	6,3	1592,33	1230,00		0,79		»
»	3,64	1856,50	1554,80		0,83		Finkler
»	26,21	1118,50	1057,40		0,98		»
		gr.	gr.	gr.			
Sorcio (19 gr.)	3	9,030	9,505	6,705	0,76	1,4	Oddi
»	5	8,384	8,641	6,721	0,74	1,2	»
»	10,5	6,660	7,443	5,079	0,80	1,4	»
»	25	4,862	5,400	5,102	0,80	1,0	»
»	35	5,912	4,977	4,736	0,65	1,0	»

Loewy eseguì numerose esperienze (55) sopra 16 persone diverse, sottoposte all'azione di bagni di acqua e di aria calda e fredda, e ne determinò lo scambio gassoso. Nella respirazione normale trovò, che le persone muscolose e abituate al lavoro muscolare avevano un maggior ricambio di O_2 rispetto alle persone grasse: notò inoltre, che una respirazione profonda dava una percentuale maggiore di CO_2 cui corrispondeva una maggior frequenza nel respiro; mentre il fatto inverso si osservava in una respirazione superficiale. Trovò ancora, che il freddo, il

maggior numero delle volte, aumenta l'emissione del CO_2 (in 20 casi: ossia il 47 %) in alcuni casi (20, ossia il 36 %) non ha nessuna azione, in altri (9: ossia il 16 %) infine abbassa l'emissione del CO_2, sicchè questa anidride carbonica corrisponde al consumo di O_2.

Secondo questo autore, la regolazione del calore sarebbe imperfettissima nell'uomo: ogni sottrazione minima di calore porterebbe ad un raffreddamento; e la produzione di calore si avrebbe solo quando si hanno delle contrazioni muscolari (tremori, scosse,.....): questa iperproduzione termica, dovuta al giuoco dei muscoli, si potrebbe avere volontariamente o involontariamente. Il Loewy osservò ancora nel momento in cui apparisce il raffreddamento, un aumento del 100 %, e anche più, delle combustioni respiratorie; un'azione quindi molto considerevole. Il Loewy successivamente non fece che confermare il fatto già assodato da Senator per il primo, che cioè il consumo di O_2 e l'emissione di CO_2 siano indipendenti dalla temperatura esterna, che circonda l'animale.

Loewy giunge a queste conclusioni dai suoi lavori:

« Der hauptsachlichste, bei nicht übermässiger Wärmeentziehung einzige unwillkürliche Regulator der Wärme ist beim Menschen das Hautorgan. Neben der durch die Haut herbeigeführten Verminderung der Wärmeabgabe trat in weniger als der Hälfte der Fälle zugleich eine Steigerung der Wärmeproduktion ein. Diese Steigerung war vom Auftreten von Muskelspannungen oder Zittern abhängig. Jedoch vermochten diese Stoffwechselerhöhungen dass bei der stärkeren Kälteeinwirkung eintretende Sinken der Körpertemperatur in keinem Falle hinanzuhalten ».

Secondo Zuntz l'accrescimento del consumo di O_2 e della produzione di CO_2 sotto l'influenza del freddo esterno è dovuto solo alle contrazioni muscolari: l'aumento della combustione cessa, se i muscoli restano in riposo. Queste conclusioni sarebbero vere soltanto per l'uomo.

Laulanié, servendosi di un apparecchio, che poteva simultaneamente misurare gli scambi respiratori e il calore prodotto dall'animale in date condizioni sperimentali, studiò i coefficienti respiratori e termici in conigli

prima normali e successivamente rasi e quindi inviluppati in una copertura leggera, poi completamente con ovatta e infine rasi di nuovo per una seconda volta. Notò che sotto l'influenza del tosamento:

1°. L'intensità degli scambi respiratori e della termogenesi si accrescono simultaneamente, ma non proporzionatamente e che l'accrescimento degli scambi respiratori è dovuto all'intensità maggiore della termogenesi.

2.° Il quoziente respiratorio subisce un abbassamento immediato di quasi $^1/_4$ per elevarsi poi lentamente al suo valore primitivo; questa diminuzione è maggiore per l'O_2 che per il CO_2.

3°. La produzione del calore negli animali rasi non si compie nella maniera più economica, ma richiede più O_2 e più C che allo stato normale e questa maggior richiesta è dovuta ad una maggior complicazione di reazioni eudotermiche, che si compiono nell'organismo.

4.° Basta ricoprire l'animale di una leggera copertura per farlo ritornare allo stato primitivo; però in modo passeggero.

5.° L'abbassamento del quoziente si riattacca all'iperestesia e l'eccesso di O_2 sul CO_2 è legato col funzionamento del sistema nervoso centrale.

Speck ritiene, che dei raffreddamenti moderati (1°-2° o più) prodotti dall'aria o dall'acqua fresca restino per un tempo molto lungo senza effetto sul valore delle combustioni respiratorie. Questo fatto sarebbe dovuto ad una regolazione dipendente soltanto dal sistema nervoso: sotto l'influenza delle impressioni nervose periferiche i vasi della pelle si contraggono, quindi alla periferia va una minore quantità di sangue e la perdita di calore per irradiazione, conducibilità ed evaporazione, è diminuita.

Schierbeck studiò nell'uomo l'eliminazione del CO_2 e dell'O_2 per la pelle alla temperatura di 30°-39° C in due diverse condizioni sperimentali: a pelle nuda e coperta. Trovò, che nell'uomo a pelle nuda e ad una temperatura da 29° a 38°,4 l'eliminazione dell'H_2O andava progressivamente aumentando ed il CO_2 mentre era stazionario sino a 33°, poi andava anch'esso aumentando: e che nell'uomo a pelle coperta ad una temperatura da 28°,4 a

33°,4 l'H_2O andava aumentando, ed il CO_2 era stazionario sino a 33°, ma poi si eleva rapidamente per raggiungere il suo massimo a 33°,4.

Richet studiò i fenomeni chimici respiratori che hanno luogo nel brivido sopra dei cani cloralosizzati. Il cloralosio, come ho potuto vedere anch'io, ha la proprietà di eliminare l'attività psichica e di produrre un abbassamento della temperatura dell'animale, che dà luogo all'apparizione del brivido, in seguito al quale la temperatura risale. Orbene Richet notò che nel brivido molto forte si ha un aumento del CO_2 eliminato rispetto al cane normale (50-60 %), mentre nel brivido leggero l'eliminazione avviene quasi come allo stato normale.

Mathieu e Urbain dimostrarono, che in tutti gli animali il quantitativo di ossigeno fissato dal sangue varia in ragione inversa della temperatura ambiente e ritennero come provato, che la respirazione si affrettava per il riscaldamento e si rallentava sotto l'azione del freddo. Essi fanno rilevare che negli animali a temperatura costante le variazioni del ritmo respiratorio sono appena sensibili nei limiti dei cambiamenti di temperatura che subisce l'aria ambiente. Ne risulta quindi che il freddo avrebbe per effetto di aumentare il quantitativo in ossigeno del sangue e che il calore lo diminuirebbe senza che l'effetto inverso si possa produrre per dato e fatto delle modificazioni del ritmo respiratorio. Perciò negli animali a sangue freddo le profonde alterazioni del ritmo respiratorio, provocate dalla temperatura dell'ambiente, hanno il sopravvento sull'osmosi sanguigna e quindi il quantitativo di ossigeno nel sangue è maggiore nell'estate che nell'inverno. Gli animali letargici sotto questo punto di vista si ravvicinerebbero agli animali a sangue freddo.

Il Quinquaud nei cani, nei quali la temperatura centrale per mezzo di bagni caldi fu portata a 40°,8-42°, ha visto ascendere la differenza fra l'ossigeno del sangue arterioso e quello del sangue venoso da 6,7-8,7 % prima del bagno, a 10-15 % dopo il bagno.

Lo stesso autore ha visto, sempre nei cani, che bagni fra 48°-52°, che portano la temperatura dell'animale in esperimento a 41°,2-41°,6 hanno per effetto un aumento del

consumo di O_2 del 100 % al disopra della norma; contemporaneamente l'emissione del CO_2 aumenta, ma non nella stessa proporzione dell'O_2. Però un paragone fra il CO_2 e l'O_2 nelle ricerche di Quinquaud non è possibile, perchè le 2 ricerche non furono compiute contemporaneamente, di più il bagno era tanto caldo, che la ventilazione polmonare subì un notevole aumento ed inoltre poi, le cifre del CO_2 non concordano, come vedremo poi appresso, con i risultati che sono stati ottenuti nell'uomo da altri osservatori con metodi molto più precisi.

Werthmann si occupò di studiare la influenza delle stagioni sullo scambio respiratorio del coniglio a digiuno, e questi sono i suoi risultati:

Eliminazione media del CO_2 per 24 ore e per 1 kg. dell'animale.

Giorni di digiuno	Estate	Inverno
	2,84	2,42
1	2,09	2,00
2	1,90	1,84
3	1,88	1,89
4	2,01	1;80

Da questa tabella si vede, che l'eliminazione del CO_2 in estate è molto inferiore che nell'inverno. Comparando però le cifre del CO_2 con quelle dell'eliminazione di N, come faremo in altro capitolo, si vede manifestamente che in estate viene quasi esclusivamente bruciato materiale azotato, mentre in inverno il consumo delle sostanze idrocarbonate supera quello delle sostanze azotate. E queste idee vengono confermate andando a vedere gli esiti dell'H_2O per la via respiratoria. Dalla tabella che riporto apparisce, che in estate l'eliminazione dell'H_2O è molto maggiore che in inverno, ciò che sta ad indicarci un maggiore bruciamento dell'H. Questi sono i risultati di Werthmann sulla eliminazione media dell'H_2O per 24 ore e per 1 kg. dell'animale:

Giorni di digiuno	Estate	Inverno
	2,33	1,84
1	1,91	1,64
2	1,82	1,47
3	1,86	1,21
4	2,21	1,28

Una conferma dei risultati di Loewy si ebbe colle ricerche di Iohansson, ricerche che eseguì su se stesso e su altre due persone. Le variazioni sulla eliminazione del CO_2 ad una temperatura variante fra 14°-20° (temperature che si ottenevano allontanando la giacca, il panciotto e i pantaloni) non sorpassavano per periodi di ricerca di 1-2 ore quelle osservate da Sondén e Tigerstedt entro limiti normali. Johansson ricercò su sè stesso l'influenza del completo denudamento in perfetto riposo muscolare. Nella prima ricerca, appena avvenuto il denudamento, aumentò subito la produzione di CO_2 e in maniera considerevole, Johansson però ebbe contemporaneamente la sensazione di un freddo molto intenso, quantunque la temperatura della camera fosse di 18°; contemporaneamente si mostrò la pelle anserina e cominciò un tremito di tutto il corpo. Nelle altre ricerche questi fatti mancarono assolutamente all' inizio del periodo del raffreddamento ed appena era passata l'influenza che potevano mostrare i movimenti compiuti nello svestirsi, mancò però anche contemporaneamente l'aumento nella produzione del CO_2. Si presentò solamente verso la fine della ricerca per studiare l'influenza del raffreddamento, quando comparirono il tremolio e i movimenti involontari muscolari. A temperature fra 13°,7-21°,6 la media della eliminazione del CO_2 a corpo nudo fu per mezz'ora di gr. 11,6; i valori estremi di gr. 10,3 e gr. 12,8 non erano affatto in rapporto con le variazioni della temperatura. Quando Iohansson sedeva tranquillamente ed era vestito ebbe una eliminazione media di CO_2 di gr. 12,4 per mezz'ora e, sdraiato tranquillo sul letto, di gr. 10,7. Il più grande aumento nella eliminazione del CO_2, che fu osservato durante il raffreddamento, fu di 13,3 %, naturalmente non tenendo conto di quelle ricerche nelle quali fu osservato

il tremolio e le scosse muscolari prodotte dal freddo. Dalle sue bellissime ricerche Johansson conclude, che eliminato ogni movimento muscolare di qualunque specie, è impossibile poter osservare un segno qualunque di una regolazione chimica del calore, quando il corpo subisca solo un lieve raffreddamento.

Questi sono i dati della ricerca di Johansson:

Temperatura nell'apparecchio a respirazione	CO_2 per ora (Caldo)	CO_2 per ora (Freddo)
	gr.	gr.
13,7	23,6	20,4
14,6	23,9	23,8
15,3	22,9	20,4
18,8	23,3	22,1
19,8	23,8	23,6
20,6	23,3	24,9
20,7	22,5	25,7
21,5	22,4	22,8
Media	23,2	23,0

Rubner ammette una regolazione fisica del calore contemporanea ad una regolazione chimica, la quale deve compensare a mezzo di una maggiore produzione di calore la perdita di calore più grande, che si ha a causa del forte abbassamento di temperatura. In una serie di ricerche fatte da Rubner nelle cavie vide, che da 0° a 30° la eliminazione di CO_2 per kg. e per ora va continuamente diminuendo; da questa temperatura in su rimane sino a 35° alla stessa altezza, per aumentare di nuovo a temperature superiori. Nel cane trovò, che la produzione di calore dipende dalla temperatura ambiente; da 20°-27° si può riscontrare ancora una diminuzione della produzione di calore; appena poi la temperatura ambiente passa questi limiti non si ha più assolutamente un'ulteriore diminuzione nella produzione del calore. Da queste ricerche Rubner concluse, che gli animali in esperimento a temperature basse e medie si servono dei poteri regolatori chimici, mentre a temperature più alte entra in giuoco la regolazione fisica. Nell'uomo le relazioni non sono così

chiare e così nette. Un individuo di ricerca del Rubner del peso di kg. 58 ad una temperatura di circa 2° presentò un notevole aumento nella produzione di CO_2 (gr. 29,8), fra 10°-30° rimase costante (gr.24,1-25,3) per diminuire poi (gr. 21,2) a temperatura più alte (40°). Rubner insiste molto sul fatto che la persona da lui tenuta in osservazione era infreddolita, quando il CO_2 non era ancora aumentato; d'altro lato in altre ricerche anche con tutto il tremolio venne notata una variazione nella eliminazione del CO_2. Nell'uomo si trova in generale una regolazione del calore di carattere fisico, purtuttavia non manca però assolutamente la regolazione chimica.

Naturalmente sia nelle cifre di Rubner come in quelle di Johansson vengono fuori delle differenze, ma bisogna anche pensare che la spiegazione della ricerca dipende molto anche dalla maniera e dal modo come queste cifre vengono raggruppate. Io non posso che convenire con Jaquet, quando dice che le ragioni portate da Rubner per spiegare una regolazione chimica nell'uomo non sono molto convincenti e così pure le sue critiche che molto giustamente fa alle cifre di Johansson.

Come abbiamo visto antecedentemente, era rimasta insoluta la questione, se l'aumento delle combustioni organiche osservate sotto l'influenza di temperature esterne basse dovesse ascriversi esclusivamente al tremolio e alle scosse muscolari, oppure se lo stimolo del freddo avesse sopratutto influenza sul ricambio materiale nella cellula stessa. Per la soluzione di questa questione bisognava fare delle ricerche sopra individui già abituati ai raffreddamenti e che non soffrivano per azione del freddo.

Credo che sia cosa abbastanza interessante riportare estesamente alcuni esempi di ricerche fatte da Rubner per studiare l'influenza della temperatura esterna sopra lo scambio respiratorio.

A. Ricerche sul cane digiuno.

I		II		III	
Temperatura esterna	Calorie per kg. e per ora	Temperatura esterna	Calorie per kg. e per ora	Temperatura esterna	Calorie per kg. e per ora
13,8	78,7	18,8	40,6	13,4	39,7
14,9	74,7	12,9	39,1	19,5	35,1
17,4	69,8	15,9	36,0	27,5	30,8
18,0	67,1	17,5	35,2	—	—

B. Ricerche sulla cavia a digiuno.

I. Animale giovane			**II. Animale in pieno sviluppo**		
Temp. esterna	Temp. dell'animale	CO_2 emesso per kg. e per ora gr.	Temp. esterna	Temp. dell'animale	CO_2 emesso per kg. e per ora gr.
0	38,7	4,500	0	37,0	2,905
10	38,6	3,433	11	37,2	2,151
20	38,6	2,283	21	37,4	1,766
30	38,7	1,778	26	37,0	1,540
35	39,2	2,266	30	37,7	1,317
			35	38,2	1,273
			40	39,5	1,454

C. Ricerche sulla cavia alimentata.

I. Animale giovane			**II. Animale in pieno sviluppo**		
0	38,5	4,94	0	37,9	2,987
10	38,4	3,64	10	37,7	2,219
22	38,6	2,72	20	37,9	1,779
30	38,7	2,78	25	39,0	1,650
			30	39,0	1,430

Comparando le ricerche fatte nella cavia a digiuno con quelle nella cavia alimentata si vede, che a bassa temperatura lo scambio respiratorio è uguale in ambedue,

mentre invece a temperatura elevata è più grande nell'animale nutrito che nell'animale tenuto a digiuno. Questo fatto viene ad essere confermato da un'altra ricerca fatta dallo stesso Rubner sopra un cane, del peso che variò fra kg. 3,5-kg. 4,5, tenuto a digiuno od alimentato con carne.

Temp. esterna	Calorie per ora e per kg. di peso corporeo in stato di			
	Digiuno	100 gr. di carne = 24 cal. per kg.	200 gr. di carne = 48 cal. per kg.	320 gr. di carne = 81 cal. per kg.
7	86,4	—	77,7	89,9
15	63,0	—	—	86,6
20	55,9	55,9	57,9	76,3
25	54,2	55,5	64,9	—
30	56,2	55,6	63,4	83,0

Da queste ricerche si conclude che, ingerendo una grande quantità di carne (320 gr.) lo scambio è indipendente dalla temperatura esterna, mentre invece, introducendone una quantità minore si fa sentire di molto l'influenza della temperatura esterna.

Da ciò inoltre si conclude, che lo scambio respiratorio, dietro introduzione di sostanze albuminose, aumenta, da un certo limite in avanti, sia ad alte come a basse temperature; appena però la produzione del calore è tale da mantenere costante, anche a bassa temperatura, la termogenesi, non si ha più aumento alcuno. Nel caso però ciò non avvenga, la diminuzione della temperatura aumenta, come sempre, lo scambio respiratorio. Riporto qui un altro esempio di ricerca, tratto da Rubner:

	Calorie per kg. e per ora			Calorie per kg. e per ora
Temperatura esterna	Digiuno	275 gr. di carne — 867 cal. per kg.	Temperatura esterna	500 gr. di carne = 173,8 cal. per kg.
5,3	121,3	121,9	4,2	135,5
15,0	98,7	96,1	14,5	110,9
21,0	70,7	83,7	21,9	101,0
30,6	61,9	81,7	30,8	117,2

Per quanto riguarda l'influenza della alimentazione con

grasso a differenti temperature Rubner riporta come esempio per spiegarla questa ricerca:

N.	Temperatura esterna	Calorie per ora e per kg. di peso Digiuno	grasso gr. 98 171.3 cal. per kg.
1	2,8	152,1	155,5
2	7,3	119,6	---
3	15,5	83,1	93,4
4	31,0	62,9	79,9

Da questa ricerca si conclude, che sia ad alte come a basse temperature, una introduzione di una grande quantità di grasso non ha che una piccola influenza sullo scambio respiratorio. Da tutte le ricerche che abbiamo sopra riportate, specialmente da quelle eseguite sugli animali curarizzati, si conclude con grande probabilità, che l'aumento del ricambio a basse temperature deve ascriversi a quella, che Rubner chiama regolazione chimica del calore e che, per la massima parte, ha luogo nei muscoli. La domanda, alla quale si deve ancora rispondere, si è, se in questo caso abbiano luogo o no dei movimenti muscolari, rimarchevoli e grossolani, tali da essere veduti ad occhio nudo. Nei piccoli animali, come per esempio nei topi, i movimenti del corpo sono molto vivaci, appena si abbassa la temperatura esterna e questo è un fatto ammesso concordemente da tutti gli osservatori e che negli ultimi tempi è stato specialmente studiato da Pembrey. Difatti, osservando questi animali, appena la temperatura esterna si va abbassaado da 18° a 10°, divengono vivacissimi, si muovono continuamente e tentano anche di uscire dalla gabbia. A causa di questi movimenti così forti, noi ci spieghiamo il rapido aumento dell'emissione del CO_2 in questi animali, come si può ben vedere dalla seguente tabella di Pembrey.

Variazione della temperatura esterna (Celsius)	Nello spazio di minuti	L'emissione di CO_2 aumenta % di
Da 32,5 a 11,5	30	211
» 30,0 » 10,5	10	118
» 30,0 » 13,8	5	75
» 30,0 » 18,0	2	74
» 33,3 » 17,5	1	60

La reazione inversa procede molto più lentamente.

Variazione della temperatura esterna (Celsius)	Nello spazio di minuti	L'emissione di CO_2 aumenta % di
Da 11 a 32,5	30	46
» 9,8 » 29	10	28
» 12,8 » 30	5	14
» 18 » 34,5	2	18
» 17 » 32	1	5

Secondo Rubner, sia nella cavia come nel cane, non si ha movimento alcuno a causa del caldo o del freddo a cui possono essere sottoposti; contemporaneamente però Rubner fa osservare, che egli non ha potuto vedere irrequietezza in questi animali, alle temperature basse o alte. In base a queste sue osservazioni conclude, che la regolazione chimica é assolutamente indipendente da movimenti visibili. Viceversa Richet ritiene, come più particolarmente vedremo poi appresso, che l'aumento della produzione di calore alle temperature esterne molto basse dipende da brividi, da lui osservati in tutti gli animali sottoposti a questo esperimento.

Naturalmente questa questione delle scosse muscolari è molto importante, perchè noi possiamo renderci esatto conto dell' influenza del freddo sopra lo scambio respiratorio. Oltre le ricerche di Voit e di Johansson, dobbiamo qui rammentare quelle di Rubner e Lewaschew, tutte eseguite sull' uomo. Ogni ricerca di questi due ultimi autori, durò da 4 a 6 ore e la persona sottoposta alla ricerca aveva fatto una piccola colazione 2 o 3 ore avanti. Mi piace qui di riportare alcune di queste principali ricerche da loro eseguite:

Ricerca	Temperatura esterna (gradi Celsius)	Emissione di CO_2 (per ora grammi)	
I. Vestito d'Estate	14,1	38,9	
	17,4	32,1	
	23,5	30,5	
II. Aria secca	15	32,3	
	20	30,0	
	23	27,9	
	25	31,7	
	29	32,4	
III. Aria umida	15	34,0	
	20	28,3	
	23	28,6	
	27	31,4	
IV. Vestito d'Estate	2	29,8	
	10 — 15	25,1	
	15 — 20	24,1	
	20 — 25	25,0	
	25 — 30	25,3	
	30 — 35	23,7	
	35 — 40	21,2	
V. Vestito d'Estate	12,8	27,9	tremito.
	12,4	31,2	
	13,9	26,2	tremito alla fine della ricerca.
	15,3	24,2	
	24,9	23,9	
	25,8	22,9	
	27,3 — 27,7	24,9; 27,3; 24,3.	In parte sudore.
	30,0	23,7 — 28,2.	Quasi sempre sudore.

Durig e Lode studiarono la resistenza e l'assuefazione del cane all'azione del freddo ottenuto per mezzo di un bagno freddo, ed a questo scopo presero la temperatura rettale dell'animale prima e dopo il bagno, così anche studiarono la eliminazione del CO_2, durante il tempo che l'animale si trovava nel bagno. Da queste ricerche si concluse, che mentre la temperatura del corpo veniva ad essere molto diminuita dopo i primi bagni, mano mano che

questi aumentavano di numero, spiegavano sempre un'influenza molto minore sull'animale, sino a che, finalmente, non si ebbe più influenza alcuna del bagno freddo sopra la temperatura propria dell'animale.

Il CO_2 prodotto, durante il tempo che l'animale si trovava nel bagno rimase invariato, in modo che in questo caso, l'assuefazione dell'organismo a successive influenze di freddo si deve ascrivere, secondo questi due autori, solamente ad una regolazione fisica ed a null'altro.

Fredericq fece delle ricerche sull'uomo per studiare l'influenza del pasto sopra l'assorbimento di ossigeno. Venne dapprima determinato l'assorbimento di ossigeno con i vestiti e quindi in stato di completa nudità e dopo aver preso cibo. L'aumento dell'O_2, dopo preso nutrimento, era molto minore che in stato di nudità. Le ricerche di Johansson e di Speck si possono spiegare nella stessa maniera. La digestione ha influenza sopra i processi di combustione, mentre il limite inferiore della reazioue fisica viene ad essere nullo. Appena però la temperatura esterna si abbassa abbastanza, ovvero la razione di carne somministrata non è sufficiente, entra subito in giuoco, come si può vedere dalle ricerche di Rubner, la regolazione chimica. Un mezzo molto importante per la regolazione della temperatura del corpo umano è indubbiamente dato dai vestiti. Mentre noi, con un vestito adatto allontaniamo la sensazione sgradevole del freddo, questo, indirettamente, ha anche una grande influenza sopra l'intensità dei processi di combustione dell'organismo.

Una persona sottoposta da Rubner ad una ricerca di questo genere, ad una temperatura di 11°-12°, con un vestito d'estate emetteva gr. 28,4 di CO_2, con lo stesso vestito di estate, ma con un pastrano da inverno, la eliminazione del CO_2 diminuì scendendo a gr. 26,9 e con lo stesso vestito di estate, ma con la pelliccia, passò a 23,6.

Wolpert ha visto, che col lavoro muscolare viene ad essere neutralizzata l'influenza della temperatura esterna sopra la produzione di CO_2. Con una produzione di lavoro di 15000 kg. per ora, egli non potette vedere nessuna variazione nella emissione del CO_2, dipendente dalla temperatura del mezzo ambiente, quantunque la tempera-

tura esterna avesse variato da 7°,4 a 25°. Se, a causa di una influenza molto intensa da freddo, la temperatura dell'animale si abbassa, vi è un limite nel quale la produzione di CO_2 comincia a diminuire e da questo punto si abbassa rapidamente sino alla *morte da freddo* dell'animale. Quinquaud ha fissato questo limite nel cane, quando questo raggiunge una temperatura di 6°. Le ricerche di Falloise sopra differenti animali: cavie, topi, colombi, ci indicano una minima produzione di CO_2 ad una determinata temperatura esterna. Al disopra di questa l'intensità dello scambio respiratorio aumenta di nuovo in modo molto manifesto: l'aumento però, naturalmente, non è così forte come sotto l'influenza del freddo e l'ottimo della temperatura sta fra 20°-30°. Falloise giunse agli stessi risultati in una ricerca che fece su sè stesso, però io convengo pienamente con Jaquet nel ritenere che i metodi da lui adoperati per questa ricerca non sono scevri di errore. Ritengo cosa molto interessante ora l'andare a vedere quei risultati ottenuti da vari autori (non sono numerose le osservazioni) sopra lo scambio respiratorio degli abitanti dei tropici, quei risultati insomma, ottenuti ad alte temperature non artificialmente prodotte.

Eykmann fece delle ricerche in Batavia sopra 12 Malesi e 11 Europei e trovò come cifra media per il consumo dell'O_2, riportato ad un peso unitario del corpo di kg. 64 negli Europei, c. c. 245,7 al minuto e per i Malesi c. c. 251,5 al minuto; la temperatura media esterna era di 26°,6. Lo stesso autore, facendo la media dei risultati anteriormente ottenuti da Geppert, Loewy, Katzenstein e Magnus-Loewy, e contemporaneamente di 41 ricerche fatte da lui nel periodo più freddo dell'anno, trae come conclusione, che si consumano c. c. 250,3 di O_2 per minuto per un individuo di 64 kg. La completa coincidenza di queste 2 cifre ci porta a concludere che l'alta temperatura dei tropici non ha influenza alcuna sopra lo scambio respiratorio. Mi rimane di dare ancora un piccolo cenno sui risultati ottenuti da vari autori, sullo scambio respiratorio di individui sottoposti all'azione di bagni caldi.

Speck, il quale fece una serie di ricerche in proposito su sè stesso e che studiò lo scambio respiratorio avanti

ed immediatamente dopo un bagno caldo di 38°, trovò che bagni, i quali sono della stessa temperatura del corpo o poco al disopra, non hanno influenza alcuna sopra l'assorbimento dell'O_2 e l'eliminazione del CO_2 e contemporaneamente la ventilazione polmonare non ebbe a soffrire alcuna variazione notevole. Agli stessi risultati giunse Riethus con l'uso di bagni a 35°, che nello spazio di 10 minuti furono raffreddati a 27°,5; lo scambio respiratorio rimase alla stessa altezza prima e dopo il bagno. Winternitz giunse ai seguenti risultati, molto notevoli, colle sue ricerche riguardanti l'azione dei bagni caldi sullo scambio respiratorio, prima, durante e dopo il bagno.

La temperatura di questo variò fra 39° e 41° e la sua durata da mezz'ora ad un'ora. In un simile bagno caldo l'autore trovò aumentata la capacità respiratoria; già dopo 15 sino a 20' e dopo 30 sino a 40' raggiunse il doppio del normale, per mantenersi a questa altezza con leggiere variazioni. La frequenza degli atti respiratori è solo leggermente aumentata, in modo che l'aumento della capacità respiratoria dipende da una profondità della respirazione. Dopo il bagno caldo, la capacità respiratoria va rapidamente diminuendo, dura in questa diminuzione al massimo un'ora e più, sino a raggiungere poi il valore normale. Coll' aumento della capacità respiratoria si ha contemporaneamente anche un aumento molto forte nel bagno caldo del consumo di O_2 e della produzione di CO_2. Per l' O_2 l' aumento variò fra 39-110 °/₀ al disopra del normale e per il CO_2 fra 67-136 °/₀ in modo, che il $CO_2 : O_2$ subisce un aumento durante il bagno caldo. Il ritorno allo stato normale ha luogo al massimo nello spazio di 1-2 ore e non oltre.

Winternitz calcolò la parte che prende l'aumento della ventilazione polmonare all' aumento dei valori del CO_2 e dell'O_2 e si convinse che, anche sottraendo questa parte, rimane sempre un residuo abbastanza forte che è da ascrivere alla maggiore produzione del calore. Questo residuo ha un plus-valore per il consumo del CO_2 di 35-75 °/₀. Un bagno caldo prolungato di 36°,6 sino al massimo di 38°, nel quale la temperatura del corpo non sorpassò 37°,8, ebbe per effetto un aumento nel consumo di O_2 del 20 °/₀.

30' dopo l'inizio del bagno e del 44 %, dopo un bagno che si era prolungato sino a 2 ore e 1/2.

Perchè, infine, possiamo farci un esatto concetto di come procede lo scambio respiratorio negli animali letargici, io ritengo cosa interessante di parlare in questo punto, per quanto sommariamente, di come si comporti quello, quando l'animale si trovi nello stato di digiuno perfetto in veglia.

Le vecchie ricerche di Pettenkofer e Voit, di Finkler e di altri ci insegnano come nello stato di digiuno sia l'assorbimento di O_2, come anche l'eliminazione di CO_2 vanno rapidamente diminuendo, per raggiungere, prima o poi, un determinato limite verso il quale rimangono.

Rubner, con un gran numero di ricerche fatte in differenti animali (cane, coniglio, pollo), ha dimostrato che, durante tutto il tempo del digiuno, lo scambio respiratorio, tolta qualche piccola variazione, rimane sempre alla stessa altezza. Però è da notare che, mentre l'emissione del CO_2 va continuamente diminuendo, l'assorbimento dell'O_2 invece non rimane, nello stato di digiuno, così regolarmente alto come antecedentemente, però rimane tale solamente, quando le ricerche sul digiuno sono state precedute da un' abbondante nutrizione, da parte dell' animale, di sostanze nutritive prive assolutamente di azoto.

Rubner poi, ebbe a vedere più tardi, che l'umidità dell'atmosfera ha una grande influenza sia nel digiuno, come anche quando un animale venga alimentato, e ciò sia sulla scissione delle sostanze albuminose come su quella delle sostanze grasse. In un'atmosfera secca si ritrova solamente, secondo lui, una minore produzione di calore.

O. Frank e F. Voit trovarono al 3°-10° giorno di digiuno, in cani curarizzati, l'uguaglianza delle scissioni, che Rubner invece aveva visto variare di 8-16,5 % nelle sue ricerche sul CO_2 emesso, ricerche che avevano la durata di 3 ore. Le più grandi differenze di questi due autori si ebbero nella ricerca IX e che ammontarono solo al 2,5 %. Si deve notare, che l'azione del curaro sulla produzione del CO_2 non ha una grande influenza, perchè, da ricerche da loro eseguite in proposito si vede, che cani normali emettono gr. 12,29 di CO_2 per ora e cani curarizzati gr. 12,73 di CO_2 (media di 5 ricerche). Dalle loro

esperienze si conclude, dunque, che le scissioni, nel periodo medio del digiuno, indipendentemente dai movimenti muscolari e a temperatura costante, non lasciano scorgere all'infuori di una leggiera diminuzione, durante tutto il periodo, delle variazioni non maggiori del 3 %. Da ciò si conclude dunquè, che la scissione del grasso negli animali curarizzati non é minore di quella che si ha in animali non curarizzati tenuti a digiuno.

Tutti gli autori però convengono nel dire, ed io sono dello stesso loro parere, che tali ricerche eseguite sopra gli animali allo stato di digiuno non sono scevre da errore, perchè tante e tante influenze, ed innanzi tutto l'attività muscolare, possono far variare i valori di O_2 e di CO_2 in maniera tale, che vengono ad essere mascherati i veri valori che debbono attribuirsi solamente allo stato di digiuno. Per avere quindi un'idea esatta dell'influenza del digiuno sugli scambi respiratori, dobbiamo rivolgere la nostra attenzione a quanto è stato osservato dai vari ricercatori, su individui (artisti del digiuno) che rimanevano più o meno lungo tempo allo stato di digiuno.

Non possiamo tener conto delle ricerche fatte da Luciani sullo scambio respiratorio del digiunatore Succi, mentre questo compieva in Firenze il suo digiuno di 30 giorni (1888), perchè completamente errate.

Non faccio che riportare i giudizi di Jaquet e di Weber sul lavoro del Luciani, lasciando quelli di molti altri che si esprimono nello stesso senso di questi due autori. Jaquet dice: « Die von Luciani für den Gaswechsel von Succi mitgeteilten Werte umfassen aber blos die zweite Hungerperiode von 12 Tage an und weisen solche Unregelmässigkeiten auf, dass man berechtigt ist, einen Grundfehler in der Versuchsmethodik anzunehmen. »

E Weber soggiunge: Lucianis 30 tägiger Hungerversuch an Succi bietet durch die Art der Stickstoff-und Gaswechselbestimmungen zahlreiche Fehlerquellen. »

Ed in un altro punto soggiunge ancora: « (Lucianis Respirationsversuche sind als methodischen nicht eimvandfrei [cf. Lehmann-Zuntz] nicht berücksichtigt). »

Ben differenti dalle ricerche del Luciani sono quelle fatte da Lehmann e Zuntz, condotte colla più scrupolosa

precisione e sperimentando in modo da allontanare tutte le cause possibili di errore, tanto da ritenerle eseguite con una vera e propria precisione matematica.

Le ricerche di questi due autori hanno dimostrato, che lo scambio respiratorio, immediatamente dopo il principio del digiuno, comincia ad abbassarsi e in 24 ore tocca il limite minimo, entro il quale poi rimarrà per tutta la durata della ricerca, naturalmente fatta eccezione di qualche piccola variazione che può sempre avvenire a causa del lavoro muscolare, della temperatura esterna, ecc. Questi autori hanno visto, che bastano delle cause minime, perchè lo scambio respiratorio si allontani dal limite normale che aveva raggiunto. Osservando le ricerche di Lehmann e Zuntz si vede che al 7°-8° giorno di digiuno del Cetti, sopra il quale veniva eseguita la ricerca, si hanno dei valori troppo grandi sull'assorbimento dell'O_2: gli autori fanno dipendere la causa di questi valori così grandi dallo stato di irrequietezza e dai movimenti compiuti dal digiunatore a causa delle coliche, alle quali andava soggetto. E difatti questa opinione degli autori è sicuramente giusta, perchè, appena lo stato dell'intestino tornava in condizioni normali, anche lo scambio respiratorio ritornava a toccare la sua altezza primitiva.

Sotto forma di tabella riporto i risultati ottenuti da Lehmann e Zuntz sul digiunatore Cetti.

Giorni di digiuno	O_2 per kg. e minuto c. c.	CO_2 per kg. e minuto c. c.
3 — 6	4,65	3,1
9 — 11	4,73	3,2

Il $CO_2 : O_2$ variò fra 0,72-0,68 per il digiunatore Cetti fra 0,74-0,63 per l'altro digiunatore che era Breithaupt.

Lehmann e Zuntz ricercarono in Breithaupt anche l'influenza del lavoro sullo scambio respiratorio e trovarono una tendenza del $CO_2 : O_2$ ad aumentare, cosa questa che fu trovata anche in un uomo normale che lavorava. Gli autori sospettano, che questo aumento debba ascriversi ad una maggiore scissione delle sostanze idrocarbonate; da qui l'ipotesi della neoformazione degli idrati di carbonio nel digiuno. J. Frentzel, eseguendo delle ricerche in un

cane tenuto a digiuno ed in un altro nutrito con 500 gr. di grasso, ha trovato che anche nell'animale tenuto a digiuno la sorgente della forza muscolare debba ritrovarsi nelle sostanze prive di azoto. Frentzel vide, che tutta l'albumina scomposta nei giorni di lavoro non basta per ricoprire la quantità di energia che va ad essere perduta.

Magnus-Loewy trovò, negli uomini che teneva in esperimento allo stato di digiuno, un assorbimento di c. c. 3,89 di O_2 ed una emissione di c. c. 2,98 di CO_2 per kg. e minuto, come media di 41 ricerche. Egli vide, che 12-14 ore dopo l'ultimo pasto, lo scambio respiratorio si abbassa sino a quei valori che si hanno durante lo stato di digiuno. Dà come media di $CO_2 : O_2$ dei valori fra 0,72-0,82.

Queste belle ricerche degli autori tedeschi furono poi completamente confermate da Hanriot e Richet, i quali in una ricerca sopra un digiuno di 46 ore, videro che dalla 17.ª ora in poi, sino alla fine del digiuno, i valori dello scambio respiratorio si mantennero sempre alla stessa altezza. Il $CO_2 : O_2$ variò fra 0,84-0,89.

Jaquet ha visto in un uomo, che i valori allo stato di digiuno si potevano avere solamente dopo 18-20 ore, difatti il suo uomo produceva 233 c. c. di CO_2 per minuto 13 ore dopo l'ultimo pasto e dopo 20 ore ne produceva 188-190 c. c. Tutte le ricerche, delle quali finora ho parlato, furono fatte nell'uomo in stato di digiuno per un periodo di tempo troppo breve ($^1/_4$ - $^1/_2$ ora). Interessantissime quindi riuscirono le ricerche fatte sopra il ricambio nel digiuno da Johansson, Landergren, Klas Sondén e Tigerstedt, in un giovane uomo il quale rimase per 5 giorni nell'apparecchio a respirazione senza prendere alimento alcuno. Il digiunatore, durante questo frattempo, non prese che acqua, nella proporzione di 563 gr. al giorno. Il peso del suo corpo si abbassò da kg. 67,15 a kg. 65,95. In questa maniera si potè studiare anche lo scambio respiratorio nel sonno ed escludendo il terzo giorno di digiuno, nel quale il sonno non era normale, si trovano questi valori di CO_2 per i periodi di sonno, che variano cioè fra gr. 0,295-0,276 per kg. ed ora, ossia c. c. 2,5-2,34 per kg. e minuto. Questi valori, come si vede, stanno molto al disotto di quelli osservati da Zuntz e

Lehmann in Cetti e devono ritenersi come valori minimi per lo stato di digiuno. La diminuzione del tono muscolare, specialmente nel sonno, che è più completo che nello stato di veglia, ci spiega da sè stesso i valori minimi che ci sono dati da questi autori. Durante il periodo di una giornata la emissione di CO_2 in stato di digiuno variò entro gli stessi limiti che in condizioni normali. Facendo la produzione media di CO_2 nel sonno, uguale a 100, questa in stato di veglia, nei giorni in cui l'individuo mangiava, era di 144 e nei giorni in cui questo era sottoposto a digiuno era di 147. Questa diligentissima ricerca, fatta dagli autori scandinavi, condusse agli stessi risultati antecedentemente ottenuti da Rubner e da Zuntz e Lehmann, che cioè, nel digiuno prolungato, lo scambio respiratorio raggiunge un limite, che si ottiene anche allo stato di digiuno comune, questo limite però non viene assolutamente oltrepassato in basso. Naturalmente, anche nelle ricerche di questi autori, si ebbero delle variazioni giornaliere che sono da ascrivere ai leggeri movimenti muscolari della persona che si teneva in esperimento nell'apparecchio a respirazione; non si ottengono queste variazioni, quando la ricerca venga compiuta in condizioni normali, oppure le variazioni che si hanno sono così piccole, da non tenerne nemmeno conto, come era il caso delle ricerche sul digiuno fatte da Magnus-Loewy. La più grande differenza che fu vista in queste ricerche fu solo del 10 %. Naturalmente, l'avere stabilito un fatto simile fu una cosa molto importante in fisiologia, perchè tutte le variazioni dello scambio respiratorio superiori a questa cifra debbono ascriversi alla influenza di una qualunque sostanza alimentare, oppure di qualunque altro fattore sperimentale che possa agire sullo scambio respiratorio.

Secondo Rubner, non vi sono differenze fra la produzione del CO_2 nel cane tenuto a digiuno, sia che si trovi nello stato di veglia o di sonno. Meissl, in un porco tenuto a digiuno, trovò che nel 3.°-5.° giorno di digiuno le differenze erano più grandi che nel periodo in cui veniva alimentato: gli stessi risultati egli riporta per un cavallo il quale anche era tenuto a digiuno.

Nebelthan, per mezzo delle ricerche calorimetriche ese-

guite sopra un coniglio a digiuno trovò, che la emissione del calore in molte ricerche era più grande nella notte che nel giorno, in altre era più piccola, in maniera che non si può trarre regola alcuna per stabilire questa emissione di calore nelle varie ore della giornata.

Generalmente si ammette che la produzione del calore sia proporzionale alla intensità di due fenomeni, l' uno iniziale, assorbimento di O_2, l'altro finale, eliminazione di CO_2, cioè, volendo adottare il linguaggio del Richet, che il coefficiente chimico corrisponda al coefficiente calorifico.

Però la proporzione fra il numero delle calorie prodotte da un lato e l'O_2 consumato e il CO_2 prodotto, dall' altro, non è così precisa come molti vorrebbero. Giustamente, quindi, concludeva già da tempo Regnault: « l'acide carbonique exhalé n'est pas seul à mesurer l'énergie des oxydations de l'organisme. »

Rimane ora da vedere l'influenza della temperatura sull'eliminazione dell'acqua. È limitatissimo il numero delle ricerche eseguite a questo riguardo. Colasanti non ha osservazioni proprie in proposito, ma nel lavoro che ho già citato asserisce esser logico supporre, che a temperatura elevata si abbia una maggiore eliminazione di acqua dai tessuti. Carlo Teodoro, per spiegare la perdita di peso, crescente coll'aumentare della temperatura, da lui verificata nel suo gatto, la dice dovuta alle perdite di acqua sempre maggiori, che l'animale subisce mano mano che la temperatura diviene più elevata Difatti egli dice di aver trovato nelle sue ricerche, che le più forti eliminazioni di acqua si sono appunto verificate alle temperature elevate: ma ciò non toglie che in parecchi dei suoi esperimenti, anche alle temperature più elevate, abbia ottenuto delle cifre molto simili a quelle riscontrate per le basse e per le medie temperature.

Un altro osservatore, il Grandis, approva e divide pienamente l'ipotesi emessa dal Colasanti.

Richet, con degli esperimenti a vero dire non molto persuasivi, pretende di stabilire le leggi che regolano la eliminazione dell'acqua e se ne serve nientemeno che come base per fondare la sua teoria sulla regolazione del calore. Per farci un concetto dell e del Richet a questo

riguardo, ci basti il dire, che egli comincia dal paragonare l'organismo animale ad un *alcarazas*, ossia ad uno di quei vasi porosi, nei quali si tiene l'acqua d'estate per conservarla sempre fresca.

Anche nell'organismo, egli dice, come in un vaso poroso, più la temperatura esterna è elevata e maggiore è l'evaporazione dell'acqua, evaporazione che, sottraendo continuamente del calore, fa sì che l'interno rimanga sempre ad una temperatura relativamente bassa. Ammesso ciò come vero, la eliminazione dell'acqua sarebbe proporzionale alla temperatura e rispondente pienamente alle leggi fisiche dell'evaporazione. In seguito egli dice di aver potuto constatare una legge molto semplice ed evidente a priori, ossia che: l'esalazione dell'acqua è proporzionale all'attività respiratoria, purchè restino invariate le condizioni idrometriche dell'aria ambiente. « Difatti — fa egli riflettere — le quantità d'ossigeno assorbito e di CO_2 emesso non sono affatto indefinite, ma anzi hanno un limite che si raggiunge ben presto, quando l'animale respira con una certa frequenza; al contrario per l'acqua non esiste, per così dire, limite alcuno; vi è sempre abbastanza acqua nel sangue, perchè l'aria che si trova nei polmoni sia emessa satura di vapore acquoso ». « Per persuaderci di ciò — aggiunge più oltre — basta riportare un fatto molto semplice, ma molto dimostrativo: quando noi collochiamo un animale in una bilancia, il suo peso diminuisce costantemente, seguendo una linea retta molto regolare. Quando l'animale è pressochè immobile e respira tranquillamente, la linea retta forma colla normale un angolo che non varia affatto. Ma quando l'animale si agita, la decrescenza subito si accentua e questa decrescenza segue con estrema precisione l'intensità dei movimenti effettuati ».

Il Richet vorrebbe con ciò dimostrare, che durante una contrazione muscolare si sviluppa del calore e la temperatura dell'animale si eleva leggermente, ma d'altra parte la respirazione si accelera e quindi aumenta l'eliminazione dell'acqua, ciò che porta ad una perdita di calore, e quindi al ristabilirsi dell'equilibrio termico. E l'accentuarsi della perdita in peso sarebbe, secondo lui, dovuto al-

l'aumentare dell'eliminazione dell'acqua, poichè egli crede che la perdita in peso, subita da un animale, stia quasi esclusivamente ad indicarci l'acqua eliminata, facendosi, l'ossigeno assorbito e l'acido carbonico emesso, quasi perfetto equilibrio fra di loro.

Dalle esperienze di Oddi risulta che l'acqua, non diversamente dal CO_2, va diminuendo coll'aumentare della temperatura. Difatti egli nel Mus musculus, tra una temperatura di + 3° ed una media di + 12° ebbe una diminuzione nell'eliminazione dell'acqua del 24,25 %, e tra una minima di + 3° ed una massima di + 35° una diminuzione del 29,36 %. Lo stesso fatto, ed anzi più manifesto, egli ha riscontrato nel Mioxus Avellanaria, nel quale tra una temperatura di + 7° ed una di + 35° ottenne una diminuzione del 60,65 %. In base a questi risultati egli combatte le idee del Richet, dimostrandole inesatte e mancanti di fondamento sperimentale.

Livierato osserva, che la quantità dell'orina emessa dagli individui sottoposti ad un bagno caldo (da 40° sino a 42°) ordinariamente diminuisce per aumentare di nuovo nei giorni successivi: alcune volte però non ha potuto riscontrare modificazioni di sorta nella quantità dell' urina.

Le ricerche da me eseguite sopra dei conigli, privati o no del loro mantello peloso, tenuti a temperature esterne che variarono da — 10° a + 40° C, dei quali poi esaminava le orine emesse, male si prestano per concludere qualche cosa di positivo relativamente al modo, come si è comportata l' eliminazione dell' acqua alle diverse temperature. Difatti, per evitare cause di errore, io avrei dovuto tener conto non solo dell' acqua eliminata con le orine (vedi tabella riassuntiva delle esperienze al capitolo XI), ma anche di quella emessa per la pelle e colla respirazione; cosa questa che io non potetti fare. Non possiamo quindi escludere, nei casi in cui si è riscontrata, una diminuzione nella quantità totale delle orine, che non vi sia stato un aumento nel vapor d'acqua emesso sia dai polmoni che dalla superficie cutanea e viceversa.

Difatti nelle mie varie esperienze ho avuto delle forti oscillazioni nella quantità totale delle orine emesse, oscillazioni che non sempre si trovano in rapporto colla tem-

peratura dell'ambiente e delle quali probabilmente avrei potuto rendermi ragione, se avessi potuto ricercare la quantità totale di acqua emessa dall' organismo. Nondimeno, basandoci sui risultati dell'Oddi, che con grande precisione teneva conto di tutta l'acqua emessa dall'organismo, tranne che di quella eliminata per le urine, e dando uno sguardo alle medie delle singole mie ricerche, ci persuaderemo come realmente, alle basse temperature, specialmente nel coniglio a cui è stato raso tutto il pelo, vi è stato un sensibile aumento nel quantitativo giornaliero di orina emessa ed alle elevate temperature una sensibile diminuzione. Io, dal canto mio, non ho mai riscontrato, quando l'animale veniva per così lungo tempo racchiuso in ambienti riscaldati, quel forte aumento nella eliminazione dell'acqua parallelo alla considerevole perdità di peso, come vorrebbero Carlo Teodoro e Richet.

Debbo infine notare che Nebelthan vide nei conigli tenuti a digiuno, che l'eliminazione dell'H_2O era maggiore nel giorno che nella notte (17 %, rispetto a 14 %).

CAPITOLO X.

Le Funzioni della Digestione nel Letargo.

Schreuczer pensa che il grasso fluido è assorbito durante l'inverno e contribuisce alla secrezione della bile, di cui la vescichetta è piena. Il pancreas è sviluppatissimo come le altre glandole del corpo, e specialmente quelle che sono lungo i muscoli (intende forse parlare dell'organo del letargo). Questo aspetto delle parti glandolari è dovuto alla mancanza di siero o di linfa nel sangue dell'animale. Nel duodeno vi è molta bile muschiosa, altra prova, secondo lui, della diminuzione del siero.

Secondo Buffon, le secrezioni del tubo gastro-intestinale sono sospese durante il letargo; egli ritiene che il grasso degli animali in letargo sia un nutrimento interno che basta a lasciarli vivere e a supplire ciò che loro perdono per la traspirazione.

Anche Hunter riteneva, che la digestione e la secre-

zione, mentre hanno luogo durante il sonno ordinario, sono assolutamente sospese durante il letargo.

Insiste specialmente sul fatto, che la digestione e la riproduzione hanno bisogno di un certo calore, e che il freddo sospende la digestione nel letargico, perchè questa non potrebbe esercitarsi durante l'inverno, per mancanza di alimenti. Egli pensa che quando la temperatura dell'orso, del riccio, del ghiro, è molto abbassata, questi animali perdono la facoltà di digerire, oppure che il corpo, sotto l'influenza di un tal grado di freddo, non fa più alcun appello allo stomaco, come abbiamo già visto.

Monro tenne un riccio per tutto l'inverno in un ambiente male riscaldato; al principio di dicembre cadde in semi-letargo e mangiava molto poco. Dal 25 dicembre al 28 marzo non mangiò affatto, quantunque avesse del nutrimento vicino e fosse stato qualche volta risvegliato artificialmente con vari stimoli.

Secondo Prunelle, il riccio sarebbe capace di mettere a parte del nutrimento per poi servirsene durante l'inverno. Peró, questo non è esatto, perchè secondo quanto anche ha visto Barkow ed ho potuto confermare anche io, il riccio, durante il letargo, non mangia assolutamente, per quanto abbia a disposizione una grande quantità di alimento (fa collezionismo, ma non mangia).

Prunelle sostiene che lo stomaco delle marmotte in letargo è più piccolo che nell'estate e contiene una sostanza biancastra, lardacea, ed alquanto spessa, che aderisce alla parete interna dello stomaco. Lo stomaco e l'intestino sono circondati di grasso; questo è assolutamente vuoto e le sue pareti sono completamente addossate l'una all'altra. Gli escrementi si ritrovano in piccola quantità nell'intestino, che per più mesi non viene assolutamente vuotato, come vedremo meglio poi.

Tiedemann, in una marmotta uccisa in pieno letargo, trovò il fegato ingrandito, marmoreggiato, di colore rosso-bruno-giallastro; i suoi vasi contenevano poco sangue e la vescichetta biliare era piena di bile bruno-rossastra. Lo stomaco non conteneva alimenti, bensì solo un liquido che assumeva un aspetto mucoso-biancastro.

Nell'intestino vi era un po' di muco intestinale di co-

lore rosso, mischiato di bile. L'intestino cieco era ripieno di un liquido mucoso giallo grigio, nel quale si trovavano i peli dell'animale; l'intestino crasso era ripieno di un liquido grigio-bruno simile al meconio.

Berger riporta le osservazioni di molti che avevano dissotterrato un grande numero di marmotte alla fine del periodo di letargo, nelle quali trovarono l'intestino completamente vuoto, le tre marmotte dello stesso Berger, uccise alla fine dell'inverno, presentavano lo stomaco completamente vuoto e che conteneva solo alcuni resti di radici.

Pallas vide, nello spermofilo in stato di letargo, che lo stomaco e l' intestino tenue erano vuoti e talmente uniti insieme, che anche soffiandovi molto forte dentro si potevano portare appena alla metà del loro volume ordinario. L' intestino cieco contiene, anche verso la fine del letargo, una sostanza di colore bruno.

Saissy fece delle osservazioni sulla bile dei letargici ed ecco quanto trovò all' aspetto esterno: « Un caractère de ce liquide particulier aux mammifères hybernans, c'est la saveur douce; on ne s'appérçoit d'un peu d'amértume qu'aprés l'avoir savouré avec attention ».

Ha eseguito anche delle analisi chimiche ed ha visto, che la bile in tutti gli animali letargici non ha differenza alcuna, in qualunque stagione dell'anno si vada ad esaminare. Conchiude poi dalle sue osservazioni sulla bile:

« Que la bile est douceâtre et infinement peu amère; abondante en albumine; pourvue de gélatine et de beaucoup d'eau, et sans doute d'une certaine quantité de substance saccarine, c'est ce que sa saveur douce semble indiquer ».

Saissy fece anche delle analisi del grasso degli animali letargici e lo trovò molle e untuoso come quello di altri animali non letargici; quello del riccio è leggermente rosa-pallido. In ognuno di questi letargici è di odore quasi nullo ed è insipido. « La torpeur n'apporte point de modification notable dans les propriétés physiques et chimique de cette substance, si ce n'est que dans cet état qu'elle acquiert un peu plus de consistance; mais il y a loin de là à cette solidité supposée par quelques écrivains ».

Secondo Hall, il riccio, risvegliandosi nei giorni caldi

invernali, mangia ed emette urina ed escrementi. Lo stesso autore crede, che il senso di fame faccia risvegliare il riccio e il non sentire lo stimolo di questa lo faccia cadere in letargo, quantunque anche l'astinenza lo possa portare in questo stato, ed il riccio che viene risvegliato dal letargo e non mangia, vi ricade immediatamente.

Suckow risvegliò un riccio dal letargo per mezzo del calore. L'animale non mostrò molta fame come per il passato, mangiò solo alcuni pezzi di carne. La digestione di questa andò molto a rilento. Risvegliato continuamente, mangiò sempre molto poco, contentandosi di soli pochi pezzi di carne e morì dopo alcuni giorni. Fatta la sezione dell'animale, la carne si ritrovò non digerita, parte nello stomaco e parte negli intestini. Persino nel crasso si ritrovarono alcune fibre di carne non digerita.

Barkow fece delle esperienze, molto interessanti per i suoi tempi, sopra le funzioni del canale digerente negli animali letargici, specialmente nel riccio. Osservò che all'inizio del letargo, la chimificazione è completa, lo stomaco, se non è molto dilatato dai secreti, ha le pareti interne appoggiate l'una all'altra, la mucosa è tutta ripiegata e la sua secrezione é diminuita. Vide, che lo stomaco veniva dilatato intermittentemente nello spermofilo da una secrezione molto acida di succo gastrico. L'intestino in generale sarebbe abbastanza più ristretto che non allo stato di veglia, in modo tale, che le pareti sono addossate l'una all'altra. In alcuni punti però, l'intestino, a seconda del suo contenuto, cioè di residui alimentari, di feci, di bile, di succo enterico e di gas che vi si sono sviluppati, rimarrebbe più o meno dilatato.

Barkow fece delle ricerche sopra la digestione dei criceti nello stato letargico e vide, che quella parte di stomaco, che era a contatto cogli alimenti, aveva ancora reazione acida, mentre il liquido che si trovava nelle pieghe della mucosa gastrica, aveva reazione alcalina. Vide anche in un criceto, che cadde in letargo con lo stomaco ripieno, la massa di alimenti che si trovava in questo arrossare la carta di tornasole. Però ritenne che il processo digestivo nello stomaco è quasi nullo durante il letargo. Barkow ritiene infine, che quantunque la mag-

gior parte degli animali letargici non prenda alcun alimento durante il letargo, diminuiscono i secreti digestivi, e quindi non si può parlare di una vera e propria digestione; purtuttavia si deve credere ad una trasformazione dei secreti che sono nella mucosa gastrica o intestinale, ad un assorbimento da parte della mucosa e ad un passaggio di quanto è stato assorbito nel sangue, dove avverrebbe la trasformazione, della quale abbiamo sopra parlato. Secondo sempre lo stesso Barkow, parlerebbero per questo fatto, la grande quantità di succo gastrico acido trovato una volta nello stomaco pieno di alimenti di uno spermofilo e il succo enterico acido trovato nel crasso di un riccio, formato però in massima parte di pigmenti ed acidi biliari e della linfa chilosa trovata alcune volte nei vasi chiliferi di tali letargici.

Valentin, nelle sue lunghe ricerche eseguite sulle marmotte in letargo, si occupò anche delle funzioni digestive e di queste espongo brevemente, quanto è stato visto in proposito, molto accuratamente da questo autore.

Un liquido acquoso ed acido è secreto in forte proporzione dallo stomaco sino verso la metà del letargo e decresce in seguito. Esso contiene dei fiocchi biancastri, che sono degli avanzi epiteliali: vi si trovano talvolta delle granulazioni rassomiglianti a quelle della bile. Questo liquido, eccezionalmente, può esser neutro. In un caso, le regioni del cardias e del piloro erano completamente pallide, mentre l'intestino cieco era molto nettamente, e talvolta anche in modo intenso, colorato in rosso.

Egli dice che Saussure racconta nei suoi « Voyages alpestres », che la sua guida Pierre Balmat aveva disotterrato più di cento marmotte e trovato il loro intestino completamente vuoto in autunno. Esse sembravano, secondo quanto egli dice, come riempite d'acqua chiara: da ciò egli conclude che una evacuazione, o un digiuno precedono di conseguenza il letargo.

Secondo Valentin, in nessun momento l'intestino appare completamente ripieno. L'intestino tenue racchiude delle mucosità pure o mescolate a bile: queste sono condotte successivamente nell' intestino crasso, quasi certamente con altri prodotti che vi si vanno unendo nell' intestino ed

infine condensati a causa dell'assorbimento dell'acqua e fusi quindi insieme in forma di palle escrementizie, d'un colore verde oscuro. Non vi è giammai un riempimento considerevole dell'intestino tenue e del colon, perchè la marmotta vuota di tempo in tempo il suo tubo digestivo. L'intestino cieco sembra restare attivo; esso è generalmente più ripieno che il resto dell'intestino.

Il fegato é rosso-bruno con dei lobuli ben visibili; il suo volume diminuisce durante il letargo, le cellule epatiche divengono molto piccole alla fine di questo.

La vescichetta biliare rigurgita sempre di bile verde-oscura, neutra, raramente un po' alcalina. Mai Valentin vi ha trovato dei cristalli di colesterina, ma egli ha veduto piccoli cristalli di una composizione indeterminabile sotto forma di colonne. La milza non offriva niente di particolare, e in questa, alla fine del letargo, vi si trovarono anche qui alcuni cristalli sotto forma di colonne.

I reni hanno la struttura ordinaria. Egli ha raccolto dell' urina acida nella vescica con qualche cristallo di fosfato tribasico; gli stessi cristalli sono stati trovati negli escrementi. L'urina delle marmotte svegliate è molto spesso alcalina. Non vi sono mai spermatozoi nei testicoli delle marmotte in letargo da lui esaminate.

La cavità addominale della maggior parte delle marmotte non racchiudeva che una mediocre quantità di liquido incolore in ogni epoca dell' anno. Un solo soggetto, annegato durante il letargo, presentava una quantità abbondante di un liquido giallastro, leggermente alcalino.

Serbelloni attribuì alla bile durante il letargo una azione importantissima.

Anche Horvath, nelle sue lunghe ricerche sullo spermofilo in letargo, fece qualche osservazione sopra l' attività digerente di questi animali in tale stato. Partendo dal fatto che il succo gastrico non possa avere influenza sulla fibrina, ad una temperatura tale che sta vicino al punto di congelazione dell' acqua, è condotto a ritenere, che forse, durante il letargo, nello stomaco non avviene nessuna digestione. Aggiunge inoltre, che la mancanza delle feci durante il letargo ci sta a dinotare, che la peristalsi intestinale è sospesa in questo stato.

Secondo Quincke, gli intestini mostrarono nella marmotta in letargo una peristalsi, sia spontanea come anche causata dal freddo, ovvero, con la corrente foradica. gli intestini si contraevano, solamente però nel punto stimolato.

Lo stomaco era assolutamente vuoto, nelle marmotte VI, VII, come poté constatare alla sezione di queste, sei giorni dopo il taglio del midollo a livello della 3.ª e 5.ª vertebra cervicale. Si riscontrarono invece nella mucosa dello stomaco 10-20 ulcerette del diametro da 2 a 4 mm., la cui origine si doveva ascrivere ad emorragia. Lo stesso autore ritiene che la vescica biliare nella marmotta in letargo è sempre ripiena; egli non vi trovò mai ferro.

Barbèra si occupò indirettamente della formazione della bile nello stato letargico, però, giunge ad una conclusione molto interessante, che mi piace di riportare testualmente: « Che la causa per cui è prodotta la bile nel periodo fetale della vita, durante la inanizione ed il periodo di letargo degli animali ibernanti, *è sempre unico, e lo stesso* di quello per cui aumenta la sua eliminazione dopo l'ingestione di sostanze albuminoidee e grasse principalmente, dopo la somministrazione dei colagoghi, e dopo la trasfusione del sangue, specie se eterogeneo: *attività e lavoro del fegato per la presenza in esso di sostanze azotate e grasse*, che esso trasforma ora in minore (digiuno, periodo fetale, letargo degli animali ibernanti), ed ora in maggiore quantità (ingestione di albuminoidi e di grassi, somministrazione di sostanze chimiche colagoghe, e trasfusione di sangue o di siero di sangue). Ciò avviene perchè, come si sa, il fegato ha fra le sue più importanti funzioni quella di trasformare le sostanze azotate principalmente in *urea e glicogene*, e le sostanze grasse in corpi non bene conosciuti ancora, sia che gli giungano dal tubo gastro enterico, che dall'organismo stesso. Sotto questo punto di vista esso è da considerarsi come un organo depuratore del sangue da una parte, e dall'altra come un organo digerente per eccellenza, come un organo, cioè, in cui le sostanze nutritive azotate e grasse ingerite subiscono una delle ultime modificazioni che le rende atte ad essere assimilate dai tessuti ».

Dubois ha confermato, che le marmotte non accumu-

lano provvigioni nelle loro tane. Le osservazioni fatte nei laboratori mostrano, che possono passare 6 mesi senza bere nè mangiare, alla dieta assoluta e senza che si verifichi alcun accidente nel periodo di risveglio.

Nello stato di prigionia non si preparano affatto al periodo letargico con uno stato di digiuno assoluto, perchè, sia Valentin come Dubois, hanno visto, che marmotte tenute nello stato di prigionia nel mese di novembre sono capaci di divorare i loro compagni. Io stesso ho potuto constatare spesse volte questo fatto. Mano mano poi, l'appetito va scemando e quando cominciano a cadere in letargo, alcune rifiutano anche il mangiare che hanno dattorno, mentre invece alcune altre sono capaci ancora di cibarsi. Quando si risvegliano durante il periodo letargico, alcune prendono quell'alimento che hanno a loro disposizione, mentre invece altre non mangiano assolutamente niente.

Allo stato selvaggio non si trova traccia di nutrimento nell'intestino della marmotta in letargo, ed anche quando si trovano allo stato di prigionia nello stesso stato, nei laboratori, gli alimenti spariscono abbastanza presto dal tubo digerente. Nello stato di letargo profondo, specialmente durante la prima metà dell'inverno, il tubo digestivo contiene sempre costantemente sino verso l'intestino crasso delle materie liquide.

L'intestino crasso d'ordinario non contiene che del muco chiaro nella sua parte superiore, mescolato qualche volta a della bile. Di tutto il tubo intestinale è il cieco, quello che contiene la maggiore quantità di liquido. Questo liquido è più denso di quello dello stomaco ed è colorato in rosso-bruno dalla bile. Sembra, che il condensamento del succo intestinale in questo punto, sia dovuto non solamente all'accumulo dei prodotti di nutrizione e particolarmente dei residui epiteliari, ma ancora ad un assorbimento della parte liquida. Questo condensamento si ritrova specialmente negli ultimi tratti del tubo intestinale, dove non si rinvengono più che delle materie semisolide ed anche completamente solide a livello del retto.

Il liquido che si ritrova poi nell'intestino cieco non digerisce nè amido, nè albumina.

Secondo Dubois, nello stomaco delle marmotte sacrificate durante il letargo, si trovano da 10-20 gr. e talvolta anche di più, di un umore acquoso che tiene in sospensione dei fiocchi biancastri, composti di residui epiteliali. Questo liquido rassomiglia secondo Dubois alla gastrorrea dei bevitori, ovvero al liquido di individui che hanno subito la cloroformizzazione o la eterizzazione. È eccezionalmente neutro, spesso debolmente acido.

L'albumina cotta non viene digerita dal liquido stomacale o dalla macerazione della mucosa di questo organo, se non quando ambedue sono naturalmente acidi, o artificialmente acidificati dall'acido idroclorico. Il reattivo di Günzburg una sola volta ha disvelato la presenza di acido idroclorico in una marmotta in istato letargico. Il risultato è lo stesso, sia che la marmotta si trovi in stato di letargo, oppure di veglia, la digestione è più rapida quando si porta il liquido a 35° di quello che lo sia a freddo. Il liquido stomacale neutro secondo Dubois è capace anche di trasformare il glicogeno in zucchero.

Dubois praticò in una marmotta in letargo una fistola gastrica: si trovarono nello stomaco 8-10 c. c. di liquido molto acido; appena fatta la fistola non vi era nè glicogeno nè zucchero. Si risvegliò e visse circa un mese e dal 6.° al 18.° giorno di letargo dette 180 gr. di liquido fra succo gastrico e urina.

La macerazione del pancreas, secondo Dubois, saccarifica l'emulsione di amido ed emulsiona i grassi, ma non digerisce affatto l'albumina cotta.

Bernard ammise l'ipotesi, che la materia biancastra che si trova in sospensione nel liquido stomacale, serviva alla produzione dello zucchero dopo essere stata trasportata nel fegato, per mezzo della vena porta, ma egli non aveva fatto alcuna esperienza a questo proposito.

Riassumendo, Dubois conclude, che nella marmotta, come in altri mammiferi letargici la digestione di tutti gli alimenti si può fare ugualmente bene durante l' intero periodo di letargo.

Hunter dice ingiustamente, quindi, che la differenza che esiste fra sonno e letargo si è, che in quest'ultimo la digestione è soppressa. Questo ricercatore non aveva speri-

mentato che su animali a sangue freddo, da qui perciò l'errore delle sue osservazioni incomplete.

L'assorbimento è molto rallentato, l'acqua iniettata nell'estremità inferiore del tubo digestivo vi soggiorna lunghissimo tempo. I veleni introdotti per diverse vie, come vedremo, vengono assorbiti molto lentamente a causa del rallentamento della circolazione, ma di questo ci occuperemo più profondamente in altro capitolo.

Dubois ha constatato la presenza di bile nei canali biliari di marmotte letargiche non solamente, ma ha visto anche scolare della bile da una fistola biliare di marmotta in letargo. È falso quindi, secondo lui, quanto sosteneva Marés, che la secrezione biliare non si faceva assolutamente durante il periodo letargico.

Dalle fistole biliari di marmotte in letargo fuoriesce della bile come nello stato di veglia, però crede che i pigmenti biliari si formino esclusivamente, quando l'animale non è in letargo.

Nella marmotta in letargo la vescica biliare è sempre rigonfia di bile, che diviene sempre più colorata, mano mano che avanza il letargo, ed anche più consistente; è pochissimo amara, spesso dolciastra e viscosa, non contiene mai dello zucchero.

Dubois, per assicurarsi che si aveva formazione di bile durante il letargo, eseguì una fistola biliare sopra una marmotta che si trovava in questo stato: l'animale fu operato il 14 - 11 - 95 fino al 25 - 11 dello stesso anno ebbe nutrimento con latte, la bile colava verde ed era amara. Il 2 - 12, la bile era amara sempre, ma era divenuta gialla, e come nutrimento nel frattempo si davano delle carote. Il 5 - 12, la bile era decolorata, sempre amara, all'11 - 12, la ferita era cicatrizzata e la bile aveva una bella colorazione verde molto intensa.

Vide che la vescica biliare lascia scolare dalla bile nel letargo, ma osserva che negli animali non in letargo il fegato è sempre più fortemente carico di bile di quello che non lo sia nelle marmotte in letargo.

Dubois così conclude il capitolo sull'assorbimento della bile: « Pourtant la résorption de la bile parait plutôt favoriser l'état d'hivernation ».

Nei mammiferi ordinari la produzione del lavoro e del calore è legata alla funzione glicogenica e alla formazione del glucosio, che il fegato va versando continuamente nel sangue e sempre in maggiore quantità per quanto maggiore è stato il lavoro compiuto. Gli stessi fatti avvengono nella marmotta che va risvegliandosi. Dubois ritiene, che sia l'esame delle riserve fisiologiche come anche lo studio dei quozienti respiratori e dei gas del sangue mostrano che nel risveglio e nella veglia sono specialmente gli idrati di carbonio, che vengono ad essere consumati e nel letargo i corpi grassi. In base a ciò ritiene, che le materie grasse si trasformino in glicogeno nel fegato e forse in certe circostanze direttamente in zucchero. Gli idrati di carbonio non sono forniti dalle sostanze albuminose, che vengono ad essere consumate in troppo piccola quantità; queste sono sdoppiate, secondo Dubois, specialmente in urea e in corpi grassi.

Il grasso del fegato non deriva dalla funzione adipogenica del fegato, come sostiene Fredericq, perchè questo grasso sarebbe troppo poco. Ecco l'analisi data da Dubois:

°/oo gr. di fegato:	Grasso	Glicogene	Urea
		(grammi)	
Marmotta in letargo T. rettale 8°,8	69	12,80	1,62
Marmotta sveglia T. rettale 34°,2	125	tracce	2,21

Alla fine del risveglio vi è poco glicogeno; in questo tempo il fegato versa molto zucchero nel sangue. La scissione delle sostanze albuminose è troppo piccola, perchè si possa a queste attribuire la formazione dello zucchero. È vero, che nel risveglio la quantità di urea aumenta, ma ciò denota solamente una iperattività funzionale del fegato, che usa la propria sostanza per effettuare trasformazioni, che si operano nell'interno del suo tessuto.

Temperatura della marmotta (gradi Celsius)	Zucchero contenuto in 1000 gr. di sangue o di fegato					
	Stato di letargo o di veglia	Sangue arterioso (grammi)	Arterie	Sangue venoso (grammi)	Vena	Fegato gr.
9,2	10.° giorno di letargo	0,091	carotide	traccie	giugulare	1,040
10,2	9.° giorno di letargo	0,710	—	0,530	—	
11,0		1,042	femorale	0,746	femorale	
33,6	risveglio	2,300	—	2,200	—	
35,0	vigile	2,145		1,250	—	
35,4	—	1,170	—			
35,6	vigile da 5 giorni	1,737	—	1,975		3,922

Il contenuto dello zucchero nel sangue della marmotta che sta per risvegliarsi e di una già sveglia, sta nel rapporto come 1 a 25. Il zucchero nel sangue arterioso della marmotta risvegliata e di quella all'inizio del risveglio è in proporzioni differenti, ossia è 3 volte di meno nel secondo caso che nel primo.

È stato merito di Bernard l'aver dimostrato, che il glicogeno si accumula nel fegato durante il letargo e sparisce rapidamente al momento del risveglio.

Le analisi di Dubois hanno dato questi risultati:

Glicogeno per 1000 gr. di fegato di marmotta in letargo		sveglia
	gr.	gr.
1. dopo 4 giorni	6,05	1. 0,20
2. » 7 »	8,88	2. 0,00
3. » 9 »	8,65	3. tracce
4. » 8 »	13,20	4.
5. » 10 »	16,32	5. 0,00

Durante il letargo, lo stato di torpore, come anche l'ipotermia che l'accompagna, agiscono relativamente al glicogeno contenuto nella marmotta, come l'anestesia generale, oppure come la sezione del midollo spinale praticate negli altri mammiferi. Di zucchero nel fegato della marmotta in letargo non se ne trova che tracce, meno di 3 ctgr. per 1000 gr., ma si mostra in grande abbondanza in questo organo e nel sangue durante il risveglio e il periodo vigile. Quando il glicogeno sparisce dal fegato nel periodo di risveglio viene trasformato immediatamente in zucchero. Dubois ritiene che nel caso si trovino traccie di zucchero nel fegato di marmotte profondamente letargiche è segno che il risveglio è già cominciato.

Valentin dice, che durante il letargo regolare si forma del fermento epatico, come si forma anche del glicogeno e dello zucchero. Bernard crede, che il fermento esista vicino al glicogeno durante il letargo, ma che si trovi allo stato latente; non occorre che un contatto sufficiente, perchè agisca, una influenza la spiega la temperatura e così anche il sistema nervoso. Per Dubois vi sono due elementi, che hanno una influenza importante sulla trasformazione del glicogeno in zucchero: il tessuto del fegato ed il sangue: hanno tutti e due un potere saccarificante che aumenta col crescere della temperatura. All'inizio del risveglio la temperatura del fegato si eleva, nello stesso tempo che una maggiore quantità di sangue attraversa l'organo. Questo sangue dell'animale, che va ridestandosi, possiede certamente un principio saccarificante e più abbondante, che il sangue della marmotta letargica, perchè

il sangue di una marmotta che abbia una temperatura del corpo di 35°, trasforma la metà meno di glicogeno. Questa differenza si deve al ritorno dei globuli bianchi nel fegato e nel sangue al momento del risveglio; questa trasformazione però non si produce per la vena porta, bensì per la via dei linfatici, come ha dimostrato Dub is. I pigmenti biliari del fegato della marmotta sveglia sono sempre più abbondanti.

Durante il letargo vi è accumulo di glicogeno nel fegato e ciò dipende dall'abbassamento della temperatura, dal rallentamento della circolazione e dai fenomeni concomitanti, come l'aumento dell'acido carbonico nel sangue. Bisogna ora vedere, se il fegato può formare direttamente coi grassi sia del zucchero, sia del glicogeno a seconda delle circostanze. Sicuramente il grasso può passare nel sangue, perché in una marmotta letargica ne fu trovato gr. 1,19 ‰ mentre in una marmotta risvegliata se ne trovò solo gr. 0,59 ‰. Il grasso estratto dal fegato di una marmotta in letargo e di una sveglia fu trovato da Dubois molto differente. Nel letargo si forma nel fegato, oltre che glicogeno anche della colesterina, che si unisce agli acidi grassi per dare una lanolina ovvero delle lanoline. Questi eteri della colesterina possono risultare da una ossidazione incompleta dei corpi grassi, perchè contrariamente a quanto esiste nello stato di veglia piena, il sangue della vena porta contiene nel letargo una quantità di ossigeno così grande come quella del sangue arterioso. Nella marmotta sveglia Dubois non ha potuto affatto trovare della colesterina.

La saccarificazione del glicogeno, secondo Dubois, è attivata nel fegato di una marmotta nello stato di risveglio dall'elevazione progressiva della temperatura, dall'acceleramento della circolazione e dal ritorno simultaneo dei globuli bianchi all' inizio del risveglio.

Riguardo al contenuto in glicogeno dobbiamo notare che Voit trovò in una marmotta (al 5 marzo 1875) del peso di gr. 2907 nel fegato (gr. 64,2) di glicogeno gr. 1,43 (2,2 %, circa 0,49 % del peso totale), nei muscoli il 0,37 % (in tutti i muscoli del peso di gr. 681,2: gr. 2,53).

Queste sono le cifre di Külz in 4 marmotte (non è dato

il peso totale del fegato, e venne dosato solo il glicogeno del fegato e non delle altre parti del corpo).

Animale	Ucciso il	Peso totale all'epoca della morte	Glicogeno nel fegato	Glicogeno per kg. di animale
		gr.	gr.	gr.
1	19 - XII - 77	1100	0,38	0,35
2	19 - II - 78	1071	0,33	0,31
3	4 - I - 78	3020	0,99	0,33
4	19 - III - 78	2180	0,75	0,35

Il contenuto in glicogeno in questi animali era quasi uguale ad onta del peso differente e dell'epoca differente nella quale si fecero le ricerche. Questi sono i risultati ottenuti da Weinland in 2 marmotte in stato di letargo dosando il glicogeno col metodo di Brücke-Külz.

Animale	Fegato			Parti di muscolo		Resto del corpo	Glicogeno (grammi)	
	Peso gr.	Glicogeno totale gr.	Glicogeno per kg. gr.	Peso (grammi)	Glicogeno totale (grammi)	Glicogeno totale (grammi)	totale	per kg. animale
1. 16 - XII - 96 gr. 2178	62,6	1,1907	0,55	109	0,5053 + 0,05 = 0,5553	5,065	6,81	3,1
2. 18 - III - 97 gr. 2387,5	64,1	1,2339	0,52	117,7	0,9748	7,076	9,285	3,89

Dunque in queste ricerche la quantità del glicogeno di tutto l'animale era presso a poco uguale:

Ricerca I: 12 - XII - 1896 gr. 3,1. Ricerca II: 18 - III - 97 gr. 3,9 (calcolato con il peso finale):
» 3,1 (calcolato col peso del 16 - XII 1896).

Dunque, conclude Weinland, che durante il letargo non vi fu che un leggero aumento di glicogeno, che sparisce però, pensando alla grande diminuzione di peso, durante il letargo.

Weinland pensa che nel corpo vi sia un limite per il deposito del glicogeno e crede che la marmotta durante il letargo sia al caso di completare il suo accumulo in idrati di carbonio.

I Monti videro le marmotte alla fine del letargo con assenza completa di ogni residuo alimentare. Mangili e Valentin osservarono, che lo stomaco, dopo un lungo periodo di letargo, è talora perfettamente vuoto; talora invece contiene poco liquido chiaro, nel quale stanno sospesi radi fiocchetti biancastri. In due marmotte i Monti esaminarono microscopicamente e chimicamente il contenuto gastrico. In una, il contenuto era di c. c. 2,5 di liquido trasparente, con scarsi fiocchi biancastri, di reazione nettamente acida. I fiocchi erano composti di cellule epiteliali rigonfie, senza residui alimentari. L'acidità, saggiata con una soluzione centinormale di soda caustica con fenolftaleina, era di 1,39 ‰. In un'altra marmotta si trovarono 5 c. c. di liquido nello stomaco, saggiato poi su 2 c. c. col rosso congo l'HCl contenutovi, questo era di gr. 0,54337 ‰. Su altri 2 c. c. si determinò la acidità totale con la fenolftaleina e questa ammontava a grammi 0,7857 ‰ di acido ossalico.

Questa marmotta conteneva il doppio di succo gastrico dell'altra, aveva la vescica urinaria quasi vuota, mentre quella aveva la vescica piena. È probabile, che la differenza di acidità, trovata fra i due animali, sia in rapporto con il riassorbimento di parte del liquido gastrico.

Questi sono i risultati da me ottenuti coll' analisi del succo gastrico di alcune marmotte sacrificate in completo letargo:

Peso della marmotta (grammi)	Giorni di letargo	Quantità del liquido contenuto nello stomaco c. c.	Acidità totale (gr. di a. ossalico) °/₀₀	Acido idroclorico (grammi °/₀₀)
2253	30	2,7	0,75	0,52
2145	55	2,5	0,66	0,48
2374	50	3,1	0,81	0,60

I Monti studiarono anche l'intestino delle marmotte in profondo letargo ed osservano che:

« Il tenue nelle marmotte da noi sacrificate appariva perfettamente vuoto, colle pareti addossate, senza neppure una spalmatura di muco.

La mucosa, senza traccia di parassiti macro-o microscopici, ci ha colpito come un tipo di organo perfettamente sano.

Il cieco molto voluminoso, come è noto, conteneva da 2 a 3 c. c. di liquido alcalino, filante, mucoso.

Dall'esame microscopico di questo liquido trovammo detriti di cellule disfatte e pochi bacteri disseminati. Tutto il resto del grosso intestino era vuoto. Il repertorio dei bacteri ne fece nascere il desiderio di conoscere quali fossero questi commensali che resistono al lungo digiuno invernale dell'ospite. Facemmo colture disseminate in gelatina con una goccia del contenuto del cieco, ed anche dalla mucosa del tenue, passando sulla superficie con un ago di platino. Dalla numerazione delle colonie sviluppatesi nelle piastre, ne risultò che il contenuto bacterico intestinale è relativamente molto minore di quello che si osserva in altri rosicanti, che si nutrono quotidianamente. Dal contenuto del cieco si svilupparono tre specie di bacteri, l'una delle quali però in grande prevalenza, le altre due in due o tre colonie soltanto. La specie più frequente fu l'unica che si sviluppò anche dalle colture seminate con materiale tolto dal tenue. Trattasi di un bacillo che non sporifica, e che non si colora col metodo di Gram; nelle colture di gelatina forma delle colonie opache, ton-

deggianti, di colore giallognolo sporco in profondità. Quando le colonie erompono in superficie si espandono intorno al nucleo centrale, formando un cerchio a margine ben regolare.

Al microscopio appaiono granulose verso il centro, mentre sul margine trasparente sembrano invece come costituite da fili, fittamente aggrovigliati tra di loro.

Nelle colture per infissione si ha una efflorescenza superficiale, bianca, tondeggiante, ed una vegetazione a granuli grossi confluenti, lungo il percorso dell'ago d'innesto, senza che si abbia traccia di liquefazione della gelatina. Nei materiali nutritivi contenenti glucosio si formano a poco a poco bolle di gaz: nel brodo si ha un intorbidamento molto intenso già dopo 24 ore; nel latte si produce rapidamente coagulazione.

In agar si forma una patina biancastra affatto simile a quella del Bacterium coli.

Le altre due specie, che si svilupparono soltanto in due o tre colonie intorno ad un piccolo residuo alimentare (cellulosa), avevano un aspetto notevolmente differente. L'una, costituita da fini bacilli, formava delle colonie costituite da un nocciuolo bruniccio, e da una espansione superficiale tenuissima molto trasparente, a margini lobati e che a stento lasciava riconoscere una struttura finamente granulosa. L' altra specie, sviluppatasi intorno a residui vegetali, si presenta come un bacillo formante una vegetazione biancastra con rapida fusione della gelatina.

Queste osservazioni batteriologiche dimostrano come malgrado l'abbassamento della temperatura e il digiuno prolungato, i bacteri intestinali persistono specialmente nel contenuto alcalino del grosso intestino e solo diminuiscono di numero, forse per mancanza di materiale nutritivo e per il freddo che ne rende difficile lo sviluppo.

Tutti gli altri organi splancnici erano normalissimi ».

La eliminazione del succo gastrico, come vide Luciani, viene ad essere sospesa nel digiuno. Swirsky osservò nelle cavie e nei conigli, che già al 3.° giorno di digiuno non si ritrova alcun residuo nello stomaco, impedendo agli animali di mangiare le proprie feci. Weiske ed altri

autori hanno osservato che lo stomaco del coniglio nel digiuno non mostra presenza di acido idroclorico libero. Langley ed Edkins hanno visto che nelle pareti stomacali di animali a digiuno si ritrova della Propepsina.

Per quanto riguarda la secrezione della bile, Willishanin vide in una fistola della vescichetta biliare fatta in un cane tenuto a digiuno, che non solo la quantità della bile totale segregata, ma anche il residuo fisso di questa, diminuivano di molto nel digiuno assoluto.

Lukjanow prese delle cavie, fece a tutte delle fistole biliari: alcune di queste poi le tenne a digiuno (perdita di peso 5-35 $^0/_0$) e vide, che la secrezione della bile diminuisce di molto nel digiuno, non però in proporzione della durata di questo e della perdita di peso. Si deve però ritenere, che la secrezione biliare dura per molto tempo nel digiuno. Albertoni vide in due cani con fistola biliare, i quali vennero tenuti a digiuno, una diminuzione assoluta della bile ma contemporaneamente aumento percentuale di N e di S: la sostanza secca, come nelle osservazioni di Willishanin, era di molto diminuita.

La secrezione biliare si ha ancora per lungo tempo nell'uomo a digiuno, come lo dimostrano le ricerche fatte in Cetti, Breithaupt e Succi. Nelle feci del Succi, io e Jacoangeli (1893) non abbiamo veduto acidi biliari o pigmenti biliari, invece vi ritrovammo una certa quantità di urobilina, come si vedrà nel capitolo seguente.

Per quanto riguarda il contenuto in glicogeno in un animale a digiuno vi sono delle ricerche molto interessanti, specialmente compiute in questi ultimi anni, secondo le quali nel digiuno semplice senza lavoro muscolare, c' è sempre una certa quantità di glicogeno nei muscoli, meno a lungo si ritrova nel fegato. Pflüger trovò, dopo 38 giorni di digiuno in un cane, su 20 gr. di muscolo disseccato gr. 0,0182 di glicogeno. Anche dopo 12 giorni di digiuno, se si avvelena un cane con florizina si trova ancora molto glicogeno nei muscoli, secondo quanto ha visto lo stesso Pflüger.

Tutte le ricerche fatte da Praussnitz, Külz e Wright su animali a digiuno sottoposti a narcosi da cloralio idrato o ad avvelenamento da florizina portano a ritenere in modo non dubbio che durante il digiuno vi sia sempre molto glicogeno nell' organismo.

Pflüger e la sua scuola (Athanasiu, Schöndorff) giunsero alla conclusione, che non si può formare glicogeno da albumina, ma che nel digiuno di animali a sangue caldo o freddo (rane) vi sia sempre molta quantità di glicogeno in qualunque condizione ed epoca dell'anno.

In questi ultimi tempi Bendix sostenne che almeno nel cane sia possibile la formazione di glicogeno dall'albumina.

Ho trattato in questo capitolo molti argomenti che riguardano più da vicino specialmente la Termogenesi, appunto perchè mi si è presentato il destro. Saranno poi completati nel capitolo 16, dove tratto appunto della regolazione del calore e dei centri termici negli animali letargici. Spesso avviene che non possiamo imporci dei limiti molto netti e precisi nella trattazione di un determinato fenomeno naturale.

CAPITOLO XI.

Il ricambio materiale nel Letargo.

Il primo ad occuparsi profondamente dell'analisi dell'urina e delle feci delle marmotte in letargo è stato il Valentin nella sua V. memoria. Egli vide che nella maggioranza dei casi, le feci e le urine vengono emesse contemporaneamente; se ha luogo una sola eliminazione, è sempre quella dell' urina, che avviene costantemente.

Secondo sempre questo stesso Autore le marmotte si risvegliano per urinare e defecare, se non vengono disturbate, circa ogni tre settimane e mezza o quattro settimane e mezza; talvolta ogni sei settimane solamente.

Nel corso dell'inverno, una marmotta svegliata durante parecchi giorni, resta in stato di veglia senza emettere nè escrementi, nè urine. Tuttavia, un risveglio più o meno lungo precede sempre queste evacuazioni. Gli escrementi restano qualche volta per lunghissimo tempo nella parte inferiore dell' intestino, se il letargo non viene interrotto per una ragione qualunque. La vescica sembra, talvolta, non vuotarsi completamente; è probabile che questa possa sopportare bene senza risentire disturbo alcuno il residuo

della sua eccedenza, anche se l'animale resta un certo lasso di tempo sveglio, dopo aver urinato.

Alla sezione d'una marmotta morta in letargo, pesante 3643 grammi, Valentin ha trovato: nello stomaco gr. 1,9 di liquido; nell'intestino tenue 3,3; nel cieco 4,9; nel colon 1,8 e nel retto 0,05.

Gli escrementi si solidificano sempre più, discendendo nel tubo digestivo, andando cioè verso il retto.

Valentin riporta il peso delle feci, trovate nelle varie sezioni dell'intestino d'una marmotta, uccisa dopo molti giorni di letargo.

		Peso in grammi del contenuto intestinale			
Marmotta	Durata del letargo	(Regione intestinale)			
	giorni	Tenue	Cieco	Colon	Retto
1	159	0,4	0,5	0,9	
2	165	3,2	5,0	0,5	2,6

Una marmotta profondamente letargica emette una quantità di urina 28 volte maggiore che di escrementi solidi e, se il suo letargo è stato più volte interrotto, essa ne dà 61 volte di più. Il risveglio più o meno lungo moltiplica dunque in proporzione la quantità dell'urina.

L'analisi chimica, molto insufficiente del resto, degli escrementi, non fornì a Valentin alcun risultato interessante; quelli delle marmotte in letargo sono sopratutto composti di materie biliari ed accompagnati probabilmente da derivati della scissione delle sostanze azotate; mentre i solfati sono in debole proporzione, i fosfati terrosi vi si trovano in abbondanza. Si resta meravigliati di incontrarvi una quantità così scarsa di cloro: questi escrementi risultano più ricchi di ferro del residuo secco dell'urina, emessa durante lo stesso tempo.

Il colore dell'urina è variabile nelle marmotte in stato di letargo. Questa è spesso più o meno giallo-bruna, ed è invece tinta in verde, sopratutto nei due primi terzi del letargo. All'approssimarsi della primavera, essa è molto più trasparente, più chiara e più gialla che per l'innanzi; ha spesso un odore muschioso. Verso la fine del letargo, l'urina contiene frequentemente del fosfato ammonio-magnesiaco.

Le ceneri dell'urina rappresentano solamente il 0,75-1 °/₀ della quantità totale dell' urina emessa.

L'azoto saliva in media al 0,85 per 100 nel letargo profondo, l'urea variava da 4,35 a 7,70 per 100 in una prima marmotta: da 3,38 a 6,02 per una seconda, ed in una terza infine si aveva una variazione da 3,33 a 5,32; il letargo anormale aumentava questa proporzione.

Valentin ha trovato, che il peso specifico dell' urina nel letargo era compreso tra 1,020 e 1,039.

L'acido solforico oscillava tra 0,34 °/₀ e 1,02 °/₀. Queste variazioni dell' acido solforico non erano parallele a quelle dell' acido fosforico contenuto nella stessa urina.

Come negli escrementi, il cloro si trovava in piccola quantità nelle urine, cioè circa 0,3 °/₀ di cloruro di sodio.

Valentin non vi ha trovato nè albumina, nè zucchero (se non in un caso eccezionale). Difficilmente si trovavano i pigmenti biliari. Vi era circa 0,13 °/₀₀ di calce, ma giammai Valentin potè palesare la presenza del ferro nelle ceneri dell'urina di una delle sue marmotte: se ve n'era si trovava certamente in una quantità minore che nelle feci.

In due esperienze, egli ha veduto che per 100 parti di residuo solido, vi era:

Carbonio	25,16	24,30
Idrogeno	6,01	6,15
Azoto ed ossigeno.	58,17	59,99
Ceneri	10,66	9,56
	100,00	100,00

Per 100 d'orina, vi era da 0,75 a 0,81 di ceneri, quindi circa dal 7 °/₀ all' 8 °/₀ di sostanze solide.

Valentin ha dato un quadro delle sostanze eliminate ogni giorno per mezzo dell'urina, ma fa osservare egli stesso, che i dosaggi, da lui eseguiti, sono stati isolati e che queste medie non sono troppo sicure. In generale, nel letargo si ha un'urina con un peso specifico inferiore e contenente meno acido urico e acido fosforico che non nell'urina allo stato di veglia completa. L'acqua e l'acido urico aumentano un po' prima della morte, la prima sostanza sopratutto, s'accresce molto più dell'ultima.

Marmotta	Durata del letargo in giorni	Media (in grammi) per kg. di peso dell'animale e per giorno dell'intero periodo di letargo di due marmotte (sec. Valentin):		
		Feci emesse	Urina emessa	Rapporto : Feci/Urina
N. 1	159	0,041 (0,020)	1,149 (0,651)	1:28,0 (1:32,6)
» 3	165	0,028 (0,0279)	1,704 (1,629)	1:60,9 (1:58,2)

Analisi dell'urina delle marmotte letargiche (Valentin)

		Media per tutta la durata del letargo	
Numero della marmotta		N. 1	N. 3
Peso specifico dell'urina.		1,027	1,031
		gr.	gr.
Proporzione %	Residuo solido . . .	7,59 %	6,50 %
	Ceneri	0,82 %	0,88 %
	Urea	5,17 % (5,41 %)	5,62 %
	Acido fosforico solubile.	0,26 %	0,34 %
	Acido solforico. . . .	0,98 %	0,51 %
	Cloruro di sodio . . .	meno del 0,20 %	meno del 0,18 %
Media assoluta, corrispondente ad un kg. di peso dell'animale e ad un giorno di letargo.	Urina.	1,292	1,704
	Residuo solido	0,052	0,218
	Ceneri.	0,0065	0,011
	Urea	0,063	0,089
	Acido fosforico solubile.	0,003	0,009
	Acido solforico	(0,041)	0,014
	Cloruro di sodio . . .	meno di 0,003	meno di 0,003

Secondo Valentin l'urina di una marmotta in letargo « tranquillo » contiene minore quantità di urea e fosfati ed anche il suo peso specifico è più piccolo. Egli trova per cento grammi di questa urina la seguente proporzione: urea 4,95 - 7,70, calcio 13, cloro tracce, ferro nulla.

Valentin, nella sua sesta memoria, parla della meccanica della nutrizione. Queste sono le medie che egli trova per le perdite che subisce la marmotta durante il periodo di letargo e nelle varie sue fasi, comparate con quelle di un coniglio sano e completamente tranquillo.

Animale	Stato	Media della perdita per in respirazione per chilo dell'animale e per giorno, in grammi.
Marmotta	Letargo profondo	0,470
	Letargo tranquillo	0,336
	Ebbrezza	5,280
Coniglio	Sano e tranquillo	13,320

Nelle perdite trovate sulle marmotte, dal Valentin, per le urine, per le feci e per la respirazione, le medie sono le seguenti:

Marmotta	Media del peso del corpo	Media per tutto il periodo di letargo a digiuno completo per kg. dell'animale e per giorno: grammi			
		A	B	A + B	per la
	grammi	delle feci	dell'urina		respirazione
1	802,6	0,019	0,807	0,826	1,100
3	1383,4	0,024	1,283	1,307	2,198

La perdita poi subita dalle stesse due marmotte per le urine e per le feci per kg. di peso dell'animale e per giorno, sarebbe la seguente:

Marmotta	Media per kg. di peso dell'animale e per giorno, grammi		
	Feci	Urina	Rapporto $\frac{\text{Feci}}{\text{urina}}$
1	0,004	0,0065	1:1,6
3	0,003	0,011	1:3,7

Secondo Horvath gli spermofili, durante il letargo, se non si risvegliano, non emettono nè urina nè feci. La mancanza di feci dimostrerebbe, secondo lui, l'assenza dei movimenti peristaltici degli intestini. Sembra che l'urina sia prodotta dai reni anche durante il letargo, perchè gli animali, appena risvegliati, emettono sempre una grande quantità di urina, questa urina sembra, che si sia soffermata nei reni durante il letargo, del resto dovrebbe ritenersi, che gli animali siano caduti in letargo con la vescica urinaria ripiena, ovvero che l'urina si sia molto rapidamente eliminata per i reni durante il periodo del risveglio. L'urina, esaminata diverse volte, dette sempre ad Horvath una reazione alcalina.

Quincke esaminò l'urina delle marmotte in letargo solo

una volta; la trovò di color caffè, opalina, leggermente acida, con un po' di albumina, senza indacano e con presenza di scatolo.

Dubois ritiene, che in conseguenza di un letargo perfettamente tranquillo, la quantità delle urine e delle feci è molto minore, quando la marmotta si risveglia. Ciò che significa che l'organismo, in letargo anche profondo, rimane sempre eccitabile; solamente le eccitazioni non sono percepite e che anche nel letargo profondo una perdita, per quanto piccola, da questo lato è sempre inevitabile.

Heidenhain ed altri osservatori hanno visto, che il carminio d'indaco, che viene ad essere eliminato dai reni in condizioni normali, cessa di essere eliminato, quando la pressione arteriosa viene ad essere diminuita, p. es. in seguito ad una forte sottrazione di sangue o con la sezione del midollo. In fisiologia oggi si sa, che la sezione del midollo nella regione dorsale non impedisce affatto la eliminazione dell'urina nei reni; ne impedisce solamente l'emissione. Noi possiamo dire che nel letargo certi prodotti cessano di essere eliminati dai reni e che l'indaco-carminio è nel numero di questi. Dubois sostiene, che la secrezione dell'urina ha luogo anche nel letargo; di questo fatto ha potuto assicurarsi per mezzo di fistole dell' uretere, e ritiene che ciò avvenga anche nelle marmotte, che abbiano subito il taglio del midollo.

È falso quindi assolutamente, secondo lui, quanto sosteneva Marès, che la secrezione dell'urina venga ad essere soppressa completamente durante il letargo.

La secrezione urinaria è piccola, ma esiste sempre, del resto fanno fede di ciò l'eliminazione dell' urina, che ha luogo durante i risvegli ed il fatto stesso che esista una circolazione nel letargo anche il più profondo.

Le urine raccolte direttamente dalla vescica durante il letargo hanno sempre una densità inferiore a quella delle urine emesse naturalmente durante il risveglio.

Nel primo caso (raccolta diretta) hanno un peso specifico di 1030 ed hanno, secondo Dubois, solo 30-40 ctgr. per $^{0}/_{0}$ di azoto, invece degli 85 trovati da Valentin.

È cosa molto probabile che abbia luogo, sia nella vescica, sia piuttosto da parte dei reni, un assorbimento di

acqua al momento del risveglio, ovvero poco tempo prima che esso avvenga; da qui concentrazione delle urine emesse. Questo assorbimento si può effettuare, anche mentre la secrezione continua, come avviene nell'uomo. Quando le marmotte sono sveglie, e quindi soggette al loro regime naturale vegetale, possono emettere da 100 a 150 c. c. di urina nelle 24 ore; in tal caso le urine sono sempre alcaline; ma durante il letargo, secondo Dubois, sono sempre acide, perchè vi è autofagia. Le marmotte quindi vivono a spese di sè stesse; gli escrementi sono sempre composti di materie biliari, di molti fosfati, di pochi solfati e di pochissimo cloro e ferro.

Dubois, in una marmotta letargica, trovò che la vescica conteneva 30 c. c. di una urina incolore con molta urea, sali biliari e dava, molto spiccata, la reazione dei pigmenti. Inoltre le pareti della vescica e del cieco erano pigmentate fortemente (dipendeva dai pigmenti biliari).

Una marmotta in letargo, come è stato sopra visto, e con una fistola della vescica urinaria, morì durante questo.

Dubois dunque ritiene che le urine e le feci fanno risvegliare ogni 3-4 settimane la marmotta, ciò avviene, perchè debbono essere eliminate e spesso vengono emesse contemporaneamente; se vengono poi eliminate separatamente, l'emissione che ha luogo più frequentemente è quella dell'urina, secondo quanto egli dice e a conferma di quanto ha detto Valentin e che ho visto anch' io.

La marmotta emette, generalmente, 10-15 c. c. di urina e la quantità varia, se l'animale è o no tranquillo. Secondo Valentin, come si è visto, una marmotta emette 28 volte più di urina che di escrementi. L'urina di un letargico tranquillo ha meno urea e fosfati ed il peso specifico è anche minore di quello che lo sia nello stato di veglia.

I Monti in due marmotte, nelle quali osservarono la vescica urinaria, videro che in una era vuota e contemporaneamente trovarono molto succo gastrico nello stomaco, in un'altra la vescica urinaria era piena e lo stomaco conteneva poco succo gastrico; da questo fatto dipendeva anche una diversa acidità delle rispettive urine.

R. Monti fece delle interessantissime ricerche sopra i reni delle marmotte e dei ricci nello stato di letargo.

Queste sono le conclusioni alle quali giunge:

« Nei reni, tanto di marmotta che di riccio, ibernanti troviamo i canalicoli contorti con nuclei sempre in riposo, situati nel terzo basale della cellula, con reticolo poco distinto e grossi nucleoli in numero variabile; il protoplasma costituito da una massa filare variamente divaricata, spesso mascherata da una grande quantità di granulazioni: queste in numero variabile, talora così abbondanti da riempire tutte le cellule, offrono diverse affinità per le sostanze coloranti. Il protoplasma si ispessisce verso il lume del canale, e si continua con un orlo a spazzola, che si presenta a forma di cilia ben distinte, alte quanto un terzo della cellula, fittamente addossate fra di loro, ed inserite sopra un bordo più colorato, che a forte ingrandimento appare costituito da un ingrossamento del piede della cilia. Questi risultati hanno dimostrata inesatta l'idea del Trambusti, secondo il quale l'organo a spazzola sarebbe l'espressione dell'attività escretrice delle cellule renali. Durante l'attività i canalicoli apparivano molto più dilatati che non nella marmotta in letargo; l'organo a spazzola era ancora perfettamente evidente, e non presentava sensibili differenze: il protoplasma si mostrava costituito da un ammasso di fili nodosi, mentre erano scomparsi quasi completamente i granuli così abbondanti nel letargo. Queste differenze, costituiscono la prova istologica dell'intervento attivo delle cellule dei tubuli contorti nella funzione renale, dimostrano quindi insostenibile la pura dottrina meccanica per spiegare la formazione dell'urina. Con mia grande maraviglia, nei reni di animali da pochi giorni svegli, nei tubuli retti, come nei canalicoli contorti, trovai tracce di rinnovamento cellulare; le mitosi non sono frequenti, ma costanti in questo periodo. Anche il rene adunque non è un organo ad elementi assolutamente stabili ».

Albini afferma anche lui che le marmotte nel risveglio urinano e che l'urina è di reazione neutra. Non potette fare analisi alcuna di questa, perchè cadde sul pavimento (!).

Noè vide, che nel riccio la quantità dell'urina emessa varia regolarmente nei diversi mesi dell'anno: è massima in primavera, si abbassa progressivamente sino all'autunno, poi aumenta di nuovo.

Durante il letargo la curva di eliminazione subisce un rallentamento, che si esagera specialmente durante il periodo di letargo completo, a causa dell'assenza o del difetto dell'alimentazione. Per spiegare la diminuzione progressiva della secrezione urinaria durante la primavera e sino all'estate, si potrebbe pensare ad una evaporazione dell'acqua dall'organismo, subordinata alla elevazione della temperatura ambiente, ma ciò in realtà non è, perchè il minimum della secrezione urinaria si ha in ottobre e talvolta coincide con i grandi abbassamenti di temperatura, che si hanno nell'inverno. Noè fa dipendere questo fatto del coefficente diuretico dal ritmo della vita oscillante, che ha luogo nei mammiferi letargici. Durante il etargo completo, la quantità dell'urina nel riccio è ridotta ai minimi termini, però viene poi ad essere compensata da una sopraeliminazione compensatrice, dopo il risveglio. Noè non può spiegare la diminuzione progressiva della quantità delle urine dalla primavera sino all'autunno, se non ammettendo una eliminazione supplementare di acqua per la via respiratoria, cutanea e intestinale; però fa notare, che i suoi ricci non assorbivano acqua durante l'esperienza e che la riduzione della quantità dell' urina ha seguito parallelamente l' aumento del peso dell' animale, sempre in una maniera costante.

Noè quindi ritiene, in base a questo fatto da lui osservato, che non vi sia una eliminazione supplementare di acqua, e partendo anche dal concetto che l'idratazione dell'organismo favorisce il suo potere assimilatore, mentre la disidratazione accelera la denutrizione; il letargo, avendo per effetto di rallentare l'istolisi, modera quindi contemporaneamente anche la disidratazione.

Ecco la quantità dell'urina emessa dal riccio, comparata con quella emessa da altri animali:

Animale	Media del peso dell'animale kgr.	Urina emessa c. c.	Densità	Urina: quantità emessa per kgr. c. c.	Urina: quantità per kg. e per 24 ore c. c.	Residuo solido: Grammi per litro di urina	Autore
Riccio . . .		50,4	1057,2				Noè
Riccio . . .		79	1045				Maurel
Cavia . . .			1013	163			Charrin e Roger
Coniglio . .			1016	61			»
Cane. . . .			1030	72			»
Cavia . . .	0,630		1036		82,5	5,29	Alezais
Gatto . . .	3,500	148	1052,5			14,84	Burgarsky
Cane. . . .			1031-1055 [1043]				Bischoff e Voit

Riassumendo si vede, che l'urina del riccio, dal punto di vista del peso specifico, che è molto elevato, rassomiglia molto a quella emessa dai carnivori.

I lavori di Vogel, Quincke, Arnozan, Certowitch hanno, al contrario, dimostrato, che durante la notte, il volume dell' urina emessa è diminuito di 2/3 circa. Gli elementi dell' urina subiscono delle variazioni dello stesso ordine. Dunque, in ciò che concerne la nutrizione, la vita oscillante, che è a stagioni nel mammifero letargico, è quotidiana nell' uomo, Noè è perciò condotto a pensare: « 1.r que les variations saisonnières de réceptivité morbide dépendent, pour ce dernier, de la valeur relative des fluctuations qui surviennent du jour à la nuit, aux diverses saisons; 2.e que le perfectionnement évolutif des organismes s'accompagne d'une plus grande sensibilité à des oscillations rapprochées. »

Noè ha visto nel riccio che dividendo la densità dell'urina per la quantità del residuo secco per litro, si ha un coefficiente massimo in aprile, che si abbassa poi nel luglio, per riaumentare poi di nuovo: le cifre estreme sono state 3,5 e 2,1 ciò che fà in media 2,8; come media di un ciclo annuale, Noè ha trovato 2,7 (faccio notare che nell' uomo questo stesso coefficiente è di 2,2).

Le variazioni dell'acidità urinaria, secondo Noè, per osservazioni eseguite sul riccio, non sono che corollari di quelle che dimostrano le variazioni degli elementi minerali dell'urina, specialmente dell'acido fosforico. Si vede difatti, che l'acidità urinaria del riccio diminuisce in inverno per subire un aumento durante la primavera.

Le esperienze di Maurel sulla cavia e sul riccio hanno messo in rilievo l'importanza della temperatura ambiente, dal punto di vista degli esiti dell'organismo. Le ricerche di Noè sul riccio non fecero che confermare pienamente i risultati ottenuti da Maurel. I suoi ricci ricevevano per $^1/_{10}$ del loro peso di carne di cavallo. Dalle sue cifre si vede come, durante il periodo del letargo, nel suo riccio, (che non era però soggetto ed un letargo completo, perchè mangiava la carne che gli si dava), il coefficiente di utilizzazione dell'azoto era diminuito di molto; in estate, al contrario, questo era molto elevato in modo che la media

delle due cifre era vicina alla media ammessa da vari autori per i mammiferi non letargici. La diminuzione totale dell'azoto era del 40 % e quella dell'urea del 54 %; la media dell'azoto totale era di grammi 2,460, dell'urea di gr. 4,399, si aveva quindi un rapporto di 0,834.

Noè ha visto negli animali (Ricci) in profondo letargo che queste differenze sono molto più accentuate di quelle, che si hanno in animali in letargo incompleto.

Al contrario, quegli animali che rimangono attivissimi hanno un rapporto azoturico superiore a quello di questi ultimi, ciò che dimostra una volta di più, che il letargo costituisce un meccanismo di risparmio rispetto all'istolisi, che tende ad esagerarsi in dipendenza della funzione regolarizzatrice ritmica del sistema nervoso e che comanda le oscillazioni degli scambi ritmici durante le varie stagioni, che avrebbe un certo riscontro anche nelle oscillazioni che si hanno negli animali superiori. Per quanto riguarda i composti xanto-urici, contrariamente all'azoto totate e all'urea, la eliminazione aumenta progressivamente, in maniera che il loro rapporto rispetto all'urea diviene sempre molto più forte.

Noè studiò nel riccio il ricambio dell'acido fosforico e del cloruro di sodio e vide che subiscono, sia nel loro valore assoluto, come anche in rapporto all'urea, delle variazioni nello stesso tempo, quantunque non parallele: aumentano o diminuiscono simultaneamente, non però nelle stesse proporzioni. Si constata difatti, che l'acido fosforico diminuisce progressivamente, mentre il cloruro di sodio aumenta su per giù nella stessa proporzione, contemporaneamente l'urea e l'azoto diminuiscono, ma in proporzioni anche più forti. L'acido fosforico e il cloruro di sodio aumentano nelle urine durante la primavera, mentre in inverno vanno progressivamente diminuendo, ed esiste sempre una costanza relativa rimarchevole del rapporto dell'acido fosforico coll'urea nel riccio, ciò concordemente a quanto si vede in tutta la serie animale, quantunque le proporzioni assolute dei due elementi varino talvolta in proporzioni molto considerevoli.

Media	P_2O_5	Na Cl	$\frac{P_2O_5}{urea}$	$\frac{Na\,Cl}{urea}$	
	(grammi)				
Riccio	0,3725	0,1912	0,092 (0,063 - 0,111)	0,05	Noè
Cavia			0,11		Alezais
Uomo			0,12	0,366	

Riporto l'analisi da me eseguita dell'urina emessa da tre marmotte immediatamente prima del letargo (perciò a digiuno completo, perchè come ho già accennato in vari capitoli in questo stato non mangiano mai) e in letargo completo (anno 1895-96). La reazione dell'urina, quando la marmotta era vigile, fu costantemente alcalina e durante il letargo sempre acida (ciò a conferma di quanto hanno visto gli autori, dei quali sopra ho parlato e per le stesse cause da questi riconosciute). In queste urine fu sempre spiccata la reazione dei pigmenti biliari (Reazione di Gmelin) e si notò che contenevano anche molta creatinina (Reazione di Weyl). Ho determinato oltre la quantità (si raccoglieva l'urina tenendo gli animali in gabbie di ferro) anche la densità, l'urea (metodo di Hüfner), l'acido fosforico e il cloruro di sodio. Ho fatto poi la percentuale dei valori trovati e riporto sotto forma di tabella i risultati da me ottenuti.

Marmotta A.

DATA	Giorno di letargo	Quantità dell'urina c. c.	Densità	Urea gr. °/₀	Acido fosforico gr. °/₀	Cloruro di sodio gr. °/₀
24 - XII - 95	Sveglia	25	1021	4,30	0,22	0,16
26 - XII - 95	»	30	1018	3,75	0,18	0,152
6 - II - 96	40	20	1027	5,20	0,25	0,22
27 - II - 96	61	25	1030	6,02	0,25	0,32

Marmotta B.

DATA	Giorno di letargo	Quantità dell'urina c. c.	Densità	Urea gr. °/₀	Acido fosforico gr. °/₀	Cloruro di sodio gr. °/₀
12 - XII - 95	8	30	1021	3,75	0,17	0,18
14 - XII - 95	10	19	1022	4,30	0,19	0,20
15 - XII - 95	11	35	1020	5,20	0,20	0,23
1 - II - 96	60	20	1032	6,25	0,23	0,28

Marmotta C.

DATA	Giorno di letargo	Quantità dell'urina c. c.	Densità	Urea gr. °/₀	Acido fosforico gr. °/₀	Cloruro di sodio gr. °/₀
27 - XII - 95	Sveglia	36	1018	4,15	0,22	0,18
30 - XII - 95	3	40	1020	4,30	0,25	0,22

Per vedere come si comporta il ricambio materiale durante il letargo è cosa molto interessante fare una comparazione con quanto avviene nel digiuno. Sopra lo scambio materiale in questo stato abbiamo delle interessantissime ricerche di Bidder e Schmidt, Pettenkofer e Voit e di Rubner. Mi piace di riportare, in una tabella tolta dal lavoro di Tigerstedt, le ricerche fatte da questi autori sul ricambio materiale nel digiuno della cavia e del cane.

Nr.	Animale Giorno di digiuno	Peso del corpo kg.	Emissione di N. g.	Grasso bruciato g.	Calorie dall'albumina	Calorie dal grasso	Somma calorie	Calorie per kg. di peso corporeo	AUTORE
1	Cavia 1	0,672	0,200	10,2	5,0	96,1	101,1	149,9	Rubner (Biolog. Gesell.)
	» 2	0,625	0,417	9,8	10,3	92,3	102,6	162,6	
	» 3	0,582	0,395	8,6	9,9	81,0	89,9	156,5	
	» 4	0,550	0,332	7,3	8,3	68,8	77,1	140,5	
	» 5	0,524	0,332	6,8	8,3	64,1	72,4	137,3	
	» 6	0,498	0,343	7,1	8,6	66,9	75,5	150,6	
	» 7	0,474	0,205	7,4	4,7	69,7	74,4	157,4	
	» 8	0,450	0,285	6,2	6,7	58,4	65,1	155,6	
	» 9	0,428	0,294	6,6	6,9	62,2	69,1	162,6	
2	Cane 2	32,9	11,6	93,0	293,0	884,0	1177,0	35,8	Pettenkofer e Voit (¹)
	» 5	31,7	5,7	107,0	144,0	1017,0	1161,0	36,7	
	» 8	30,5	4,7	102,0	119,0	969,0	1088,0	35,7	
3	» 4	19,8	3,52	88,7	90,3	859,3	949,5	48,0	Rubner (Zeitschrift f. Biol.)
	» 8	19,0	2,70	82,6	69,2	799,9	869,0	45,7	
	» 9	18,8	3,54	74,6	80,8	723,3	804,0	42,8	
4	» 2	6,7	2,49	34,8	63,7	337,1	409,9	61,2	Rubner (Zeitschrift f. Biol.)
	» 3	6,5	2,56	30,1	65,6	291,6	357,2	55,0	
	» 4	6,4	2,08	29,5	55,2	286,0	341,2	53,3	
	» 8	6,2	1,44	29,9	36,9	289,8	326,7	52,7	

(¹) Calcolato secondo C : N = 3,28 - 1 gr. N = 25,35 cal., 1 gr. grasso = 9,50 cal.

Da questa tabella si vede, come in questi animali il complessivo scambio materiale va continuamente diminuendo di giorno in giorno, però il meraviglioso si è, che riportando i valori del ricambio ad un kg. del peso del corpo, si vede che quello rimane sempre costante. Queste ricerche, che sono state fatte negli animali, trovano una piena conferma, con quanto è stato visto nell'uomo, come appare dalla tabella che unisco.

Debbo avvertire, che i risultati ottenuti dal Luciani sul ricambio dell'azoto nel Succi non sono scevri di errore. Difatti ciò è stato dimostrato in modo non dubbio dallo Schenk (Pflüger's Archiv. Band 38, S. 511).

Difatti le cifre dell'azoto sono da aumentare del 9 %, perchè il metodo di ricerca tenuto da Luciani per la ricerca dell'azoto dava dei risultati del 9 % più bassi del normale.

Sempre a proposito delle cifre dell'azoto ottenute sul digiunatore Succi da Luciani, anche lo Johansson mette in luce l'errore, nel quale questo autore era incorso nell' eseguire questa serie di ricerche (Skand. Archiv. für Physiol. Band. 8, S. 62).

Numero e nome del digiunatore	Giorno	Peso del corpo kg.	Emissione di N. g.	Grasso bruciato g.	Calorie Dall'albumina	Calorie Dal grasso	Somma calorie	Calorie per kg. di peso corporeo	AUTORI
1 Cetti	1 - 4	55,9	13,23	136,7	329,8	1288,2	1618,0	29,0	Lehmann e Zuntz
	5 - 6	52,5	10,72	131,3	267,3	1237,4	1504,7	28,4	
	7 - 8	52,1	10,21	149,4	254,7	1407,3	1662,0	31,7	
	9 - 10	50,9	10,47	132,4	261,0	1227,4	1508,5	29,3	
2 Breithaupt	2 giorni di pasto avanti il digiuno.	60,2	13,48	1,44	357,0	13,2	1645,2 [1]	27,4	Lehmann e Zuntz
	Media dei 6 giorni di digiuno . .	57,9	11,25	134,8	280,6	1269,8	1550,4	26,8	
	Dal 5.° al 6.° giorno	56,7	10, 3	109,3	262,6	1029,6	1292,2	22,8	
	2 giorni di pasto dopo il digiuno.	58,8	10,07	—	268,3	—	1453,2 [2]	24,8	
3 Succi	10	56,8	6,75	142,0	188,4	1320,8	1509,0	26,4	Luciani
	20	52,7	4,39	142,0	122,6	1320,6	1443,2	27,3	
	29	50,4	4,08	136,0	113,9	1264,8	1378,7	27,2	
4 I. A.	Ultimo giorno di pasto	67,8	23,41	87,0	809,1	2705,3	2705,3 [3]	39,9	Johansson e altri
	1	67,0	12,17	206,1	303,5	1916,9	2220,4	33,2	
	2	65,7	12,85	191,6	320,5	1781,9	2102,4	32,0	
	3	64,9	13,61	181,2	339,4	1684,7	2024,1	31,2	
	4	64,0	13,69	177,6	341,4	1651,9	1992,3	31,1	
	5	63,1	11,47	181,2	286,1	1684,7	1970,8	31,2	
	1.° giorno di pasto.	64,0	25,44	64,4	598,9	2436,9	2436,9 [4]	38,1	
	2.° giorno di pasto.	65,6	18,07	71,5	665,0	2410,1	2410,1 [5]	36,8	

(1) Nella somma sono comprese le calorie di gr. 366 di idrati di carbonio. (2) Id. gr. 289,9. (3) Id. gr. 267,2. (4) Id. gr. 205,4. (5) Id. gr 247,8.

Giorno di digiuno	Cetti	Giorno di digiuno	Succi 1 (Luciani)	Succi 2 (Dutto e Lo Monaco)	Succi 3 E. O. Freund)
Ultimo giorno di pasto	13,5	**Ultimo giorno di pasto**	16,2	9,13	17,0
1	13,6	1	13,8	8,91	11,2
2	12,6	2	11,0	9,17	10,6
3	13,1	3	13,9	8,68	10,8
4	13,4	4	12,8	8,46	11,2
5	10,7	5	12,8	10,01	11,0
6	10,1	6	10,1	9,42	8,8
7	10,9	7	9,4	8,58	9,7
8	8,9	8	8,4	8,14	10,1
9	10,8	9	7,8	6,35	7,1
10	9,5	10	6,8	5,71	6,3
1.° giorno di pasto	13,4	11	7,9	4,94	6,8
2.° giorno di pasto	13,3	12	7,2	5,11	5,1
	Breithaupt	13	3,5	4,78	4,7
Ultimo giorno di pasto	13,0	14	5,3	4,41	5,1
1	10,0	15	5,1	2,83	4,2
2	9,9	16	5,5	3,15	5,4
3	13,3	17	6,2	3,32	3,6
4	12,8	18	5,5	4,06	5,7
5	11,0	19	5,0	3,82	3,3
6	9,9	20	4,4	3,45	2,8
1.° giorno di pasto	11,9	21	3,9	giorno 2,08	
2.° giorno di pasto	8,3	22	3,2	notte 6,35	
	I. A.	23	4,8	9,74	
Ultimo giorno di pasto	22,4	24	5,6	8,19	
1	12,0	25	6,0	6,21	
2	12,7	26	5,1		
3	13,5	27	5,4		
4	13,6	28	5,6		
5	11,3	29	4,1		
1.° giorno di pasto	24,4	30	6,6		
2.° giorno di pasto	17,1				

Dobbiamo tener conto anche dei risultati ottenuti da Falck con le sue ricerche sopra la eliminazione di azoto per le urine nei suoi cani (quantunque Falck non dosasse l'azoto totale, ma solamente l'urea, purtuttavia nel cane, come dice bene Tigerstedt, la differenza è abbastanza piccola in modo che se ne può tener conto). Specialmente interessanti sono quei risultati ottenuti da Falck sopra una cagna tenuta 60 giorni a digiuno.

In genere possiamo concludere, che sia nel cane come nell'uomo, il consumo dell'albumina va diminuendo continuamente sino a raggiungere un valore minimo negli ultimi giorni. Difatti, oltre i risultati già riportati, dobbiamo notare che I. Munk trovò al 10.° giorno di digiuno in Cetti N = gr. 9,47 e in Breithaupt al 6.° giorno di digiuno trovò N = gr. 9,88: Paton e Stockmann fra il 25.° e 30.° giorno di digiuno del francese che tenevano in osservazione, una media di N = a gr. 3,4. Risultati analoghi sono stati ottenuti anche in altri individui, che erano a digiuno assoluto e qualche volta parziale. Difatti Scherer, in un pazzo di 50 anni, che digiunava da 4 settimane e che nel frattempo prese solo un pezzo di pane e un bicchiere di birra, al 28.° giorno di digiuno trovò nell'urina N = gr. 4,44; Schultzen riporta il caso di una ragazza di 24 anni, che digiunò per 16 giorni a causa di una stenosi esofagea, emise solo gr. 2,8 di N; Tuczek riporta le cifre di 2 pazzi che erano a digiuno: l'uno, di 65 kg. di peso, emise in media gr. 4,26 di N fra il 15°-21.° giorno di digiuno, un altro, di 55 kg. di peso, emise in media, in 16 giorni gr. 4,3 di N. Senator, in un caso di sonnolenza con contemporanea inanizione, trovò di N al 4.° giorno gr. 5,7, al 14.° giorno gr. 3,8. I risultati di F. Müller concordano completamente con questi.

È interessante vedere poi, che in tutti gli uomini digiunanti che sono stati osservati, e dei quali abbiamo riportato le cifre dell'azoto emesso (eccettuato Succi II e Succi III), nei primi 3-4 giorni l'azoto rimane costante e anche aumenta, per poi andare rapidamente diminuendo. Lo stesso fatto, oltre questi che abbiamo riportati, è stato osservato da Prausnitz, in 15 casi di digiuno: per ben 12 volte aumentò l'eliminazione di N nel 2.° giorno di di-

giuno rispetto al 1.°, aumento che variò fra 0,4 (VI) e 6,7 (XIII) gr. di N. Gli stessi fatti non furono osservati da Edlefsen (1881) e da Hoover e Sollmann in un caso di sonno isterico, perchè i valori di N del 2.° giorno erano più piccoli che al 1.° e al 3.° giorno. Il caso invece di Johansson-Tigerstedt (1897) fa vedere l'aumento di N al 2.° giorno. May trovò nei suoi conigli (E. G. H. A. B) al 3.° giorno un aumento nell'eliminazione di N che durava talvolta anche sino al 5.° e fa dipendere ciò, o da sospeso assorbimento di idrati di carbonio da parte dell'intestino, ovvero per sospensione dell'azione risparmiatrice dell'albumina da parte del glicogeno.

Questo fatto però osservato da May non si ritrova nei conigli di Koll e nemmeno nei cani osservati da Weber.

Sopra la eliminazione di N nei primi giorni di digiuno hanno fatto degli studi Edlefsen, Rosemann (1897), Sondén e Tigerstedt (1895) ed hanno visto, che la emissione non si allontana dalla norma. Sondén e Tigerstedt trovarono in 2 ricerche dopo 12-16 ore un piccolo o grande aumento di una durata passeggera. Weber trovò una cosa differente in un montone tenuto a digiuno: in questo nei primi giorni l'eliminazione di N fu di 2 gr. superiore di quella degli ultimi tre giorni che mangiava. Da questo massimo di eliminazione l'N abbassò sempre continuamente, però al 5.° giorno di digiuno raggiunse il valore degli ultimi giorni, nei quali l'animale mangiava.

Kumagawa e Miura (1898) fecero delle belle esperienze nel digiuno, dalle quali apparisce appunto, come l'eliminazione di N vada continuamente diminuendo ed osservarono ciò in una cagna di 1 anno del peso di Kg. 17 e che digiunò 98 giorni (è stato uno dei più lunghi digiuni).

Hempel (1906) giunse anche a queste importantissime conclusioni sopra l'eliminazione di N in un cane tenuto a digiuno per due periodi l'uno di 27, l'altro di 61 giorni con una alimentazione povera di carne alla quale era tenuto fra un periodo e l'altro.

« Bei meinem fettreichen Versuchshunde wurde, nachdem der Eiweissbestand durch eine 27 tägigen Hungerreihe bedeutend reduziert worden war, durch Verfütterung von Fleisch in unzureichender Menge nicht nur

Stickstoffgleichgewicht erzielt, sondern ein beträchtlicher Eiweissaussatz hervorgerufen. Dieselbe Erscheinung trat auch nach der zweiten 61 tägigen Hungerreihe bei Darreichung von Fleisch in unzureichenden Mengen hervor ».

Secondo i vari autori che si sono occupati dell'argomento, questo fatto si dovrebbe spiegare così: siccome l'uomo, nella sua alimentazione mista, mangia in genere molti grassi e molti idrati di carbonio, così nel suo corpo si troverà sempre molto glicogeno e molto grasso. Nei primi giorni di digiuno il glicogeno depositato risparmia una certa quantità di albumina dalla scissione, però questa protezione va sparendo già dal primo giorno e al secondo giorno di digiuno scompare completamente e in luogo del glicogeno viene ad essere attaccata la molecola albuminosa. Naturalmente, con questo meccanismo il corpo va diventando sempre più povero di albumina, in modo che la scissione di questa arriva sino ad un certo punto e vengono ad essere attaccate in grande quantità le sostanze grasse, ciò che si vede in quei casi di digiuno nei quali, contemporaneamente, oltre alle ricerche dell'azoto si fecero quelle sullo scambio respiratorio. Con questo, però, non dobbiamo ritenere che il glicogeno sparisce completamente nello stato di digiuno, perchè si mantiene nel corpo sino all'ultimo; solo, naturalmente, nei primi giorni ha questo spiccato potere di risparmiare l'albumina.

Un fatto da notare è questo: si é che nell'uomo l'eliminazione di N non procede diminuendo così regolarmente come negli animali a causa forse del lavoro muscolare che viene compiuto da questi digiunatori.

Spesso, negli animali digiuni, come vide Falck nei cani, l'emissione dell' N, dopo una diminuzione passeggera comincia a raggiungere i valori dei primi giorni.

Voit ritiene, che ciò debba spiegarsi col fatto che, nei primi giorni sono le sostanze grasse, che risparmiano la distruzione dell'albumina, ciò che non può avvenire nei giorni seguenti, perchè il corpo dell'animale è divenuto molto povero di grasso. Questa ipotesi di Voit è stata poi rafforzata da osservazioni fatte sui conigli e sui cani tenuti a digiuno da Rubner.

Del resto, basta pensare al fatto, che un animale grasso resiste molto più di un animale magro al digiuno.

Un altro fatto interessante, che si deve notare, è quello che tutti gli autori che si sono occupati di studiare lo scambio dell'N negli animali a digiuno hanno visto, che quando l'animale sta per morire vi è un aumento di N nell'urina, che, per il periodo nel quale questo avviene, è stato chiamato *aumento premortale.* Questo fatto dipende, secondo Kaufmann, Schulz ed E. Voit, da una distruzione che avviene nel tessuto cellulare. Notisi che nell'organismo dell'animale a digiuno vi è ancora del grasso e questo fatto sarebbe contro la teoria di C. Voit che il grasso risparmia la eliminazione di N. L'eliminazione dell'azoto si comporta molto differentemente, se agli animali viene, in parte o del tutto, sottratta l'acqua.

Dennig, Laudauer, Nothwang, Straub e Spiegel si sono molto occupati di questa questione e sono giunti, in parte, a risultati molto differenti fra di loro. In genere si vede come nei primi giorni della sottrazione dell'acqua si ha una diminuzione dell'azoto nell'urina, alla quale segue, nei giorni seguenti, un aumento maggiore o minore nella eliminazione di N.

Nelle ricerche di Straub, fatte sui cani, dal primo giorno in poi troviamo degli aumenti abbastanza forti; Landauer e Dennig trovarono, sia nei cani come nell'uomo, una diminuzione di N nei primi giorni. L'aumento che mai manca in un animale, nei lunghi periodi di sete, dura anche per un certo tempo, nel periodo post-sperimentale, quando venga introdotta normalmente dell'acqua. Spiegel, per mezzo delle sue ricerche, giunse alla spiegazione, che la diminuzione della curva dell'N nei primi giorni del digiuno, non dipende da una ritenzione dei prodotti di scissione, bensì da un assorbimento diminuito dell'albumina alimentare e che l'aumento della scissione dell'albumina sia la conseguenza finale della sottrazione dell'acqua; di più dice che quanto è stato osservato da Straub, cioè del non prendere parte il grasso nel cane, all'alterazione del ricambio materiale, non vale pei cani giovani in via di sviluppo nei digiunatori.

Sono stati fatti da vari autori degli studi sopra i vari costituenti dell'azoto urinario.

Dutto e Lo Monaco trovarono, nel digiuno di Succi, che

l'urea (metodo di Hüfner) rappresenta un valore del 10-12 % minore in paragone della quantità totale dell'azoto eliminato e riguardo alla eliminazione segue sempre quella dell' azoto totale.

E. ed O. Freund ricercarono i vari costituenti azotati nell'urina di Succi, in un digiuno di 21 giorni e videro che l'urea rappresentava nei primi giorni l'85-89 % dell'azoto totale, al 15.° giorno il 73 % e al 20.°-21° giorno il 56-54 %. L'azoto dell'acido urico rappresenta al 1.° giorno di digiuno l'1,7 %, al 4.° giorno passa al 0,88 % e si innalza di nuovo al 21.° sino ad 1,6 %. Nessuno degli altri corpi azotati esaminati nell' urina (ammoniaca, basi xantiniche, creatinina) presentarono la stessa caratterisiica diminuzione nei primi giorni (0,42-0,26 dal primo al terzo) e nei giorni seguenti si manteneva fra gr. 0.12 e 0,08.

Schäfer trovò in media, dal 4.°-6.° giorno di digiuno in poi, in un malato di mente, gr. 0,18 di N nei corpi allossurici. L' eliminazione della creatinina aumenta in modo assoluto nei primi giorni, diminuisce di molto al 12.° ed al 21.° giorno la creatinina si abbassò a gr. 0,032. Questa differenza della creatinina fra la 1.ª e la 2.ª metà del digiuno è ascritta dagli autori a che, nella seconda metà, non vi sono che dei movimenti molto limitati del corpo e questa è una spiegazione convincente.

Le cifre trovate da Baldi sopra il Succi, ci fanno vedere che eliminazione di azoto totale e creatinina coincidono perfettamente fra di loro e conchiude che la creatinina viene a formarsi indipendentemente. È da notare però, che le cifre trovate dai Freund e da Baldi non coincidono perfettamente fra di loro.

L'eliminazione di indacano nel digiuno venne ricercata da Müller (1886) e fu trovata nel cane nella dose di mg. 6,7 di indaco per giorno e nei gatti di mg. 1,4, ricerche che furono poi confermate pienamente da I. Munk nel 1894.

Baumann aveva osservato, che per mezzo di disinfezioni energiche intestinali con calomelano, nei cani tenuti a digiuno, si può far sparire l' indacano dall'urina. Müller non trovò nessuna traccia d' indacano nell'urina di Cetti e di Breithaupt, mentre invece E. ed O. Freund accennano, che l'eliminazione dell'indacano, al 20.°-21.° giorno

di digiuno in Succi era molto ricca. Weber trovò in un montone tenuto a digiuno per dieci giorni la reazione dell' indacano molto manifesta, però in intensità andava alquanto diminuendo. Il fenolo e l' acetone furono trovati aumentati da I. Munk e Müller in Cetti e Breithaupt, da E. ed O. Freund in Succi, da Schwarz e Geelmuyden nei conigli e nei cani. Lo Monaco e Dutto, studiando l' eliminazione dell'acetone in Succi trovarono, dal 5.° giorno in poi, le stesse cifre trovate da Müller nel digiuno del Cetti e di poco superiori a quelle ottenute durante il digiuno di Breithaupt.

Riguardo alla eliminazione dello zucchero troviamo, che mentre Luciani non trovò traccia di zucchero nell' urina di Succi, E. ed O. Freund ne trovarono invece nello stesso digiunatore. I. Munk trovò in Breithaupt sostanze riduttrici nell' urina in uguale quantità, sia nello stato di digiuno come nei giorni normali, mentre invece erano molto minori nel periodo susseguente al digiuno.

Hofmeister trovò che il potere assimilatore dello zucchero non era molto diminuito nel cane a digiuno, in modo, che in questo si poteva ottenere una ricca glicosuria con una dose di 2 gr. di zucchero per kg., mentre in condizioni normali ne occorrono gr. 4,7. Fatti analoghi furono visti da Breul nell'uomo che si trovava da 23 ore a digiuno.

Tutti gli autori che si occuparono di fare delle ricerche sul digiuno videro, che l' albuminuria è una cosa molto frequente sia nell'uomo come negli animali. Koranyi trovò in Succi albumina dal 20.° giorno di digiuno in poi, mentre invece Senator trovò delle piccolissime quantità di albumina in Cetti e Breithaupt. Ajello, E. ed O. Freund, Luciani, Lo Monaco e Dutto non ne trovarono affatto. Passashnyi, Pernice, Swirsky poterono ritrovare l'albumina in animali a digiuno, così anche Schulz in tre conigli e dobbiamo ritenere con E. Voit, che quando l'albumina si presenta nelle urine ciò dipende da una insufficienza dei reni per diminuita nutrizione del parenchima renale. Lussana e Arslan constatarono peptonuria in uomini e cani tenuti a digiuno: dopo due o tre giorni di astinenza furono trovate delle quantità di peptoni, che andarono sem-

pre aumentando. In molti casi spariva appena si prendeva dell'alimento e nell'alimentazione rettale scompariva solamente quando la sostanza che si immetteva nel retto si trovava allo stato di peptone solubile. Anche che non si ritengano scevre di errore queste esperienze fatte nell'uomo, pur tuttavia sono interessanti quelle fatte sui cani, che dal 3.° giorno di digiuno in poi mostrarono sempre peptonuria, che sparì al 4.° giorno, appena fu ripreso dell'alimento. Secondo gli autori, la presenza del peptone ci sta ad indicare una involuzione di tutti gli organi. Sul rapporto C : N nell'organismo a digiuno, Rubner ha dato delle cifre molto precise colle sue ricerche calorimetriche: nel digiuno C : N = 3,30, nel muscolo C : N = 3,28. Per quanto riguarda poi il rapporto N urina : C urina, Rubner lo fa variare fra 1 : 0,728 e 1 : 0,829 (Breithaupt).

L'eliminazione dell'acido fosforico nell'uomo a digiuno venne trovata da I. Munk in Cetti e Breithaupt in aumento assoluto e relativo rispetto alla eliminazione di N. In Cetti trovò, al 10.° giorno di digiuno P_2O_5 : N = 26,21 : 115,7 = 1 : 4,4. In Breithaupt trovò al 6.° giorno di digiuno P_2O_5 : N = 13,43 : 68,51 = 1 : 5,1 ; nel cane trovò lo stesso coefficiente = 1 : 4,13.

Luciani, nel digiunatore Succi, giunse agli stessi risultati e dall'andamento della curva N : P giunse alla conclusione, che il risparmio in sostanze azotate conduce alla scissione in maggior copia di sostanze fosforate e viceversa. Però Weber si mostra abbastanza scettico rispetto a questa idea espressa da Luciani.

Anche Dutto e Lo Monaco giunsero a risultati analoghi nel Succi, però mi sembra che il rapporto N : P da loro trovato presenti delle cifre molto elevate. I valori di P_2O_5 trovati da E. ed O. Freund nel Succi presentano dei valori analoghi. Al 21.° giorno il rapporto P_2O_5 : N = 35,73 : 160,42 = 1 : 4,5. L'acido fosforico, analizzato in forma acida e alcalina, fece vedere che quest'ultimo era aumentato sino al 10° giorno, quindi rimase all'altezza del 15 % dell'N totale, mentre i fosfati acidi dopo un innalzamento passeggero sino al 75 %, al 10.° giorno diminuirono di nuovo per rimanere costanti.

Schulz ha fatto delle ricerche sull'N e sul P_2O_5 di coni-

gli e cani morti per fame: in 3 ricerche, fatte sui conigli, i risultati del rapporto P_2O_5 : N furono questi: P_2 O_5 : N = 1 : 5,0; 1 : 5,2; 1 : 5,4: però, secondo Weber, i metodi di ricerca del P non sono scevri di errore. Schulz, con ricerche eseguite sopra cani a digiuno, trovò che il P_2 O_5 : N nei primi 12 giorni era di 1 : 4,7, negli ultimi 7 giorni di vita era di 1 : 5,8, dunque ci sarebbe un aumento.

Interessanti sono le ricerche di Weber fatte in un montone tenuto a digiuno per 10 giorni: l'eliminazione del P_2O_5 aumentò continuamente nel digiuno ed al 10° giorno raggiunse la cifra di gr. 2,82. Al 4.° giorno di digiuno il rapporto N : P_2 O_5 totale (feci ed urine) = 4,97 : 1. Al 10° giorno questo rapporto era di 1,90 : 1; da ciò si conclude che c'è un aumento nell'eliminazione del P assoluto e relativo, mentre l'N si abbassa gradualmente.

I cani di Straub, che non avevano assolutamente acqua a loro disposizione, dettero questi risultati: Cane I N : P_2 O_5 = 7 : 1; cane IV N : P_2 O_5 = 7,2 : 1.

Le vecchie ricerche di Feder, Edlefsen, Forster, non fanno che confermare i risultati ottenuti dagli ultimi autori, i quali si occuparono di tali questioni.

I sali alcalini terrosi vengono eliminati durante lo stato di digiuno, sia nell'uomo come negli animali, secondo le ricerche di I. Munk ed E. O. Freund, in quantità molto maggiore che allo stato normale. Il digiunatore Cetti emetteva gr. 4,08 di Ca O, dei quali gr. 0,38 Ca O, giornalmente emessi, provenivano da altre fonti che non era la carne. Breithaupt emetteva in tutto gr. 0,91 Ca O, dei quali 0,4 non erano da ascrivere sicuramente alla carne.

L'eliminazione della Magnesia in paragone del Calcio va molto più diminuendo. La proporzione di questi due sali in Cetti nell'ultimo giorno di digiuno era di Ca O : Mg O = 100 : 112. Al 9.° giorno Ca O : Mg O = 100 : 51. E. ed O. Freund trovarono in Succi nel suo digiuno di 21 giorni un aumento dell'eliminazione di Ca O sino all'8.° giorno (0,25-0,49 gr.), quindi una lenta diminuzione sino a 0,24 al 16° giorno e di 0,11 al 19° giorno, la proporzione era Ca O : MgO = 100 : 132 (1° giorno), 100 : 136 (6° giorno), 100 : 77 (15° giorno).

Katsuyama dopo aver nutrito dei conigli con un ali-

mento giapponese chiamato « Tofukara » (che contiene più Ca O di Mg O) ottenne dei valori contrari, di quanto è stato visto in Cetti, li tenne poi a digiuno assoluto e nei primi giorni ebbe una diminuzione e più tardi un aumento nella eliminazione di Ca O. L'eliminazione di Mg O diminuì sempre abbastanza regolarmente.

I. Munk ritiene che la maggiore eliminazione di CaO e $P_2 O_5$ debba ascriversi con sicurezza alla scissione dei sali che si trovano nel tessuto osseo.

Per quanto riguarda gli altri sali alcalini, dei quali normalmente viene emesso più sodio che potassio, nel digiuno si ha una proporzione inversa p. es. E. ed O. Freund trovarono al 21° giorno di digiuno in Succi gr. 2,3 $K_2 O$ per gr. 1 di $Na_2 O$: gli stessi fatti furono osservati da Dutto e Lo Monaco nella tabella che riportiamo avanti.

Nei conigli di Katsuyama queste differenze non si possono vedere chiaramente, perchè gli animali erano abituati ad un alimento ricco di potassio e già normalmente emettevano più $K_2 O$ di $Na_2 O$. Però negli ultimi giorni di digiuno (il coniglio III visse 29 giorni a digiuno completo) ci fu un comportamento uguale, perchè l'aumento del K e la diminuzione di Na si comportarono sempre parallelamente fra di loro.

Le ricerche negli uomini digiunatori ci mostrano, che l'organismo tende sempre a mantenere il suo fisso di cloro, difatti il contenuto in Cl dell'urina va sempre continuamente abbassandosi.

	Ultimo giorno di vitto	Primo giorno di digiuno
Luciani (Succi)	6,3	1,35
I. Munk (Cetti)	5,43	1,61
Dutto e Lo Monaco (Succi)	4,7	3,9

Luciani trovò in Succi al 28° giorno di digiuno gr. 0,14 di Cl.

La povertà in cloro del corpo viene ad essere compensata da una forte ritenzione che sussegue al periodo del digiuno, si vede ciò manifestamente nei risultati di tutti gli autori. Nei cani tenuti a digiuno si osserva, che dopo 3-4 giorni di inanizione eliminano solo tracce di cloruri ciò dipende, da che essendo il cane carnivoro ha bisogno

di poca quantità di Na Cl, mentre l'uomo abituato a prendere NaCl ha un ricambio di Cl molto più ricco.

Per quanto riguarda l' acido solforico I. Munk fissò il rapporto N : S nei suoi due digiunatori = 14,7 e 15,1, valori che si aggirano nei limiti normali e che corrispondono alla scissione dell' albumina nel corpo. Dutto e Lo Monaco videro in Succi che questo va diminuendo durante il digiuno, ma non in stretto rapporto colla curva dell'azoto. Dalle ricerche di E. O. Freund, come media di 12 giorni di ricerca, si trova un rapporto N : S = 17,3 (i valori estremi furono 13,3 al 1.° giorno e 21,1 all'8° giorno e rappresentano i valori dell'eliminazione dell'S neutro), che si allontana di poco dal 17,7 di Luciani, che non tenne conto dello S neutro. Lo zolfo neutro in Cetti e Breithaupt ebbe un aumento manifesto non solo in rapporto all'acido solforico ma anche in senso assoluto. In Succi, secondo Dutto e Lo Monaco, andò comportandosi molto irregolarmente, in genere vi era una diminuzione. Nello stesso Succi secondo E. O. Freund aumentò sino all'8.° giorno, quindi andò diminuendo continuamente e rispetto all' N rimase elevato nella seconda metà della ricerca. Nelle ricerche di Munk eseguite sul cane il rapporto N : S negli ultimi 20-31 giorni di digiuno era in media di 17,1. Questo rapporto N : S nelle cifre di Dutto e Lo Monaco subisce forti variazioni. Il contenuto in eteri solforici dipende anche nel digiuno dai processi putrefattivi che hanno luogo nell' intestino e può anche subire delle variazioni, come lo mostra un paragone fra le cifre di Cetti e di Succi. In genere diminuisce molto di meno dell'acido solforico in modo che il quoziente acido solforico preformato: coniugato diminuisce (Cetti: Normale = 14,5, al 9° giorno di digiuno = 2,3; Succi: 3°-7° giorno = 6,5, 10°-21° giorno = 4,0).

Riguardo alla acidità dell'urina E. ed O. Freund trovarono in Succi che questa andava aumentando nei primi giorni per poi diminuire continuamente, mentre la alcalescenza, dopo un aumento passeggero, diminuisce di meno della acidità in modo che verso la fine del digiuno l'alcalescenza calcolata in Na OH era indubbiamente molto più grande della acidità calcolata in H Cl.

Dutto e Lo Monaco videro che l'acidità nei primi giorni andava aumentando e poi continuamente diminuiva.

Riguardo al comportarsi dell'eliminazione del ferro nelle urine, fu dosato da me e Jacoangeli nel digiuno fatto da Succi a Roma (1893) e vedemmo, come appare chiaramente dalla nostra tabella, che mentre si ha un leggero aumento nei primi giorni, va poi continuamente diminuendo.

Koranyi è stato l'unico che abbia fatto delle ricerche sopra il punto di congelazione dell'urina in Succi e vide, che mentre nei primi giorni era quasi normale (2°,16), appena si ebbe l'albumina nell'urina, andò diminuendo sino a 1°,52-0°,75. Nelle ricerche da lui eseguite sull'urina di coniglio digiuno il punto di congelazione rimase costante con quello del sangue. Naturalmente colla diminuzione del Na Cl nelle urine e coll'aumento di Na Cl nel sangue i rapporti normali fra composizione del sangue e dell' urina vengono ad essere alterati.

Nella tabella, che ho riportato nella pagina seguente, si trovano i risultati che riguardano il ricambio di alcuni sali nelle urine del Succi, nel digiuno che questi fece a Roma nell'anno 1893. Le cifre riguardanti Na Cl (calcolato come Cl), P_2O_5 (calcolato anche come P), Na_2O, K_2O sono prese dal lavoro dei ricercatori Dutto e Lo Monaco, quelle cifre che indicano poi la eliminazione del Fe sono i risultati delle esperienze eseguite in proposito da Jacoangeli e da me e queste vengono ora pubblicate per la prima volta.

Giorni del digiuno	Cl	P_2O_5	Na_2O	K_2O	$\frac{Na_2O}{K_2O}$	P	$\frac{N}{P}$	Fe gr. ‰	$\frac{N}{S}$
a	4,792	1,792	3,766	1,691	2,22	0,320	28,5	—	17,1
1	3,908	2,499	2,902	2,101	1,38	0,545	16,3	—	15,1
2	2,212	1,559	—	—	—	0,338	27,1	0,0070	33,1
3	1,799	1,528	1,176	1,437	0,81	0,333	26,0	0,0062	25,0
4	1,198	1,662	—	—	—	0,362	23,3	0,0046	33,9
5	1,092	2,100	0,735	1,149	0,63	0,458	21,8	0,0042	32,0
6	1,044	1,561	0,803	1,310	0,61	0,340	27,7	0,0082	50,3
7	0,973	1,678	0,702	1.248	0,56	0,371	23,1	0,0108	31,0
8	0,700	1,158	0,504	1,071	0,47	0,252	32,3	0,0109	31,5
9	0,702	0,841	0,525	1,065	0,49	0,183	34,6	0,0043	—
10	0,412	0,662	0.268	0,625	0,42	0,144	39,6	0,0109	20,9
11	0,434	0,518	0,277	0,711	0,38	0,113	43,7	—	—
12	0,567	0,769	0,299	0,768	0,38	0,166	30,7	0,0046	—
13	0,532	0,879	0,286	0,996	0,28	0,198	24,1	0,0054	—
14	0,497	0,428		—	—	0,093	47,4	0,0043	36,7
15	0,436	—	—	—	—	—	—	0,0043	21,7
16	0,403	0,465	0,253	0,759	0,33	0,101	32,8	0,0031	—
17	0,322	1,162	—	—	—	0,253	13,1	0,0023	13,2
18	0,306	1,079	—	—	—	0,235	16,0	—	19,6
19	0,217	0,725	0,127	0,508	0,25	0,158	24,1	—	32,6
20	0,233	0,610	0,139	0,592	0,23	0,133	25,9	—	—
a'	0,186	0,924	—	—	—	0,201	41,9	—	15,9
b'	1,102	0,543	0,829	2,131	0,38	0,118	82,5	—	11,6
c'	3,571	0,225	2,723	1,815	1,50	0,049	167,1	—	—
d'	4,757	0,094	3,662	1,886	1,94	0,013	476,6	—	—

Andiamo ora a vedere, come si comporti l'influenza della temperatura ambiente sul ricambio dell'azoto. Prima di tutto desidero appunto di occuparmi del modo di comportarsi di questo, quando l'organismo animale è sottoposto all'azione di varie temperature, perchè mi sembra che stia qui la parte più interessante della questione e lo scopo più diretto, al quale mirarono le mie ricerche.

Molti sperimentatori si sono occupati dello studio di questo argomento, che si riconnette direttamente collo studio del ricambio materiale durante i processi febbrili. Disgraziatamente dai vari sperimentatori non è stata fatta una sufficiente distinzione tra il modo di comportarsi del consumo degli albuminoidi alle diverse temperature ambienti, ma a temperatura del corpo invariata, e le modificazioni che il consumo stesso subisce, quando la temperatura propria dell'animale, o artificialmente, o spontaneamente si innalza o si abbassa. Come avremo occasione di vedere dai brevi cenni bibliografici, che farò precedere all'esposizione dei miei risultati, manca finora uno studio rigoroso e sistematico sull'influenza che la temperatura esterna esercita sulla scomposizione delle sostanze azotate dell'organismo animale.

Schröder, nei tifosi tenuti il più possibile a dieta costante, volle indagare l'influenza dei bagni freddi tanto sul CO_2 emesso, quanto sull'urea eliminata. Notò costantemente una diminuzione nel quantitativo di questi due prodotti, contemporaneamente si aveva un notevole abbassamento della temperatura.

Willemin e Barth ottennero dei risultati identici a quelli sopra esposti dello Schröder.

Liebermeister asserisce di non aver mai notato alcun aumento manifesto nel quantitativo di urea emessa dall'uomo, tenuto a dieta costante e al quale artificialmente venne sottratto del calore con bagni freddi.

Dalle ricerche di Senator, eseguite sui cani, risulta che la scomposizione dell'albumina a bassa temperatura subirebbe una leggerissima diminuzione, come almeno si può vedere dalla emissione dell' urea.

Naunyn, elevando artificialmente la temperatura del corpo nei cani, ottenne identici risultati.

G. Scleich, nell'uomo tenuto a dieta costante e sottoposto ai bagni caldi generali (38°-42°, C.), notò un sensibile aumento nella eliminazione dell'urea, che egli determinava col metodo Hüfner-Liebig, aumento che continuava a manifestarsi anche per parecchi giorni dopo il bagno.

Lehmann, per mezzo dell'immersione in bagni caldi, ottenne, in diversi animali tenuti in esperimento, un aumento di tutto il ricambio materiale.

Koch eseguì delle esperienze su sè stesso. Messosi in equilibrio d'azoto e determinata la quantità giornaliera di urea col metodo Liebig-Pflüger, ad intervalli di qualche giorno si sottoponeva all'azione prolungata dei bagni caldi. Ebbe per risultato, che nei giorni, nei quali faceva il bagno, la quantità totale dell'urea diminuiva di molto. Volle completare queste ricerche con altre dello stesso genere eseguite sui conigli: egli conclude che il riscaldamento del corpo ha la stessa azione del lavoro muscolare; ambedue inducono cioè un aumento nel ricambio degli idrati di carbonio e dei grassi, lasciando invariata la scomposizione degli albuminoidi.

Simanowski, in base a ricerche eseguite presso a poco collo stesso metodo, conclude che nei suoi esperimenti l'azione dell'eccessivo riscaldamento del corpo sul consumo degli albuminoidi fu di intensità molto variabile; in alcuni casi fu anche nulla, forse perchè i singoli individui, che furono oggetto dei suoi studî, di fronte all'aumentata temperatura centrale, non si comportarono ugualmente, per quanto riguarda il consumo degli albuminoidi. Alla fine però del suo lavoro non dà alcuna spiegazione su questa differenza di comportamento e l'autore non fa che ripetere con altre parole i risultati, che ha prima esposti.

Aronsohn e Sachs, Girard e Richter sugli animali, Frey e Heiligenthal sugli uomini, aumentando la temperatura centrale di 1°-3° C a mezzo di bagni caldi generali di aria o di acqua, notarono un discreto aumento nella eliminazione dell' urea dopo un tale trattamento.

Baelz di Tokio, fondandosi sulle esperienze di Miura Kinosuke, ritiene, che per effetto del bagno caldo non aumenta il ricambio dell'albumina.

Barral, in un uomo del peso di kg. 45,5 eseguì due serie di ricerche che protrasse per 5 giorni, l'una ad una temperatura di + 0°,54, l'altra di + 20°,18: teneva esatto conto degli introiti e degli esiti. Egli vide che a bassa temperatura, per mantenere l'equilibrio dell'azoto, è necessario introdurre una quantità di alimenti molto maggiore che a temperatura elevata; altrimenti si verifica un notevole consumo dei tessuti e quindi si ha una diminuzione del peso del corpo.

Bernstein, sperimentando su sè stesso, trovò una notevole diminuzione dell'azoto per effetto del bagno caldo. Vuole spiegare tale diminuzione dicendo che la quantità di azoto, che non comparisce e non si ritrova nelle urine, viene eliminata sicuramente col sudore.

Anche Topp fece delle esperienze su sè stesso, dosando la quantità di azoto eliminato per le urine col metodo di Kjeldahl: egli asserisce che il bagno caldo determina un aumento nel consumo delle sostanze azotate, aumento che persiste anche nel giorno successivo all'esperimento.

Voit fece le sue ricerche sopra un robusto uomo, che racchiudeva per 6 ore nella camera del grande apparecchio di Pettenkofer, tenuto a diverse temperature. Ricercava contemporaneamente l'acido carbonico emesso colla respirazione e l'azoto eliminato per le urine. Le cifre da lui ottenute presentano delle forti oscillazioni giornaliere, oscillazioni che molto probabilmente sono dovute alla brevità della durata dell'esperimento. Egli trovò che, partendo da una temperatura media di + 16°, per forti abbassamenti di temperatura si ha un sensibile aumento nella decomposizione dell'albumina e nel quantitativo del CO_2 espirato. Il Voit ammette che il freddo, a patto che il corpo non soffra alcun abbassamento nella propria temperatura, dia luogo soltanto ad un maggiore scambio delle materie non azotate; ma quando il calore proprio diminuisce, il consumo dell'albumina andrebbe di pari passo col consumo delle sostanze non azotate. Un ambiente riscaldato fino ai 30° non eserciterebbe nessuna sensibile influenza sugli scambi organici della materia. Se però la temperatura centrale aumenta, dapprima si accentuerebbe il consumo dei prodotti non azotati, ed in seguito si

avrebbe anche un aumento nella scomposizione delle sostanze albuminose.

Dal punto di vista fisiologico gli studi del Voit sono certamente i più importanti, sebbene, lo ripetiamo, le ricerche avrebbero dovuto prolungarsi per tutte le 24 ore.

Livierato e Marenco, studiando l'influenza dei bagni caldi sulla temperatura e sul ricambio dell'azoto nell'uomo sano trovarono che, aumentando il calore del corpo, aumenta notevolmente il consumo delle sostanze azotate. Per stabilire quale parte a questo aumento termico prenda la impedita dispersione del calore e quale l'acceleramento del ricambio materiale, agli stessi individui in esperimento somministrarono talvolta delle sostanze antipiretiche, le quali, come è noto, deprimono lo scambio della materia, talvolta invece, dell'ergotina, che dà luogo ad una vasocostrizione. Nel primo caso osservarono che la temperatura non riusciva più a raggiungere il grado di prima e l'azoto diminuiva, nel secondo che la temperatura aumentava rapidamente, la defervescenza si protraeva a lungo e l'azoto non aumentava. Essi ammettono che l'organismo, per difendersi contro la doppia causa di aumento del calore, deprime lo scambio della materia.

Fra tanta diversità di risultati e di opinioni non possiamo davvero formarci un concetto esatto dell'azione che la temperatura spiega sul ricambio materiale e tanto meno sul consumo delle materie azotate. Difatti, come abbiamo visto, secondo alcuni aumenterebbe per effetto delle basse temperature, secondo altri diminuirebbe e secondo altri, infine, rimarrebbe presso a poco stazionario: dicasi lo stesso per le temperature elevate. Non si è tenuto poi il dovuto conto del modo di comportarsi della temperatura centrale, questione che mi sembra di capitale importanza.

Se noi diamo uno sguardo alle tabelle numeriche, che unisco al presente capitolo, e nelle quali ho riportato tutti i dati fornitimi dalle ricerche da me eseguite, fermando la nostra attenzione sulle cifre che ci rappresentano l'urea e l'azoto totale emesso nelle 24 ore, ci formiamo subito un chiaro concetto dell'azione che ha spiegato la temperatura sul consumo delle sostanze albuminose.

Siccome le mie indagini su ciascun animale, soggetto

di esperimento, si sono prolungate per un tempo abbastanza lungo, i risultati ci appariranno anche più evidenti se noi, invece di tener conto dei dati giornalieri, porteremo la nostra attenzione sulle medie forniteci dall'intiero periodo sperimentale. Difatti, nei vari giorni di ricerca, ho avuto molte volte delle sensibili oscillazioni, che non sempre si trovavano strettamente legate col grado di temperatura dell'ambiente, in cui viveva l'animale: ma noi sappiamo che molteplici sono le influenze che spiegano la loro azione sul ricambio materiale e che non sempre ci è dato di metterle tutte in evidenza, attribuendo a ciascuna il valore che merita: mentre quando si tiene conto di tutti i risultati ottenuti con una ricerca lungamente protratta, le varie cause di errore si elidono o si compensano e riesce quindi più facile mettere in rilievo l'influenza delle condizioni speciali (di temperatura ambiente), che formarono il soggetto del mio studio.

Nella prima serie di ricerche mi sono servito di due giovani conigli completamente sviluppati ed in equilibrio di azoto, dei quali uno venne raso e l' altro tenuto per confronto. La temperatura dell' ambiente, durante le ricerche, oscillò da — 10° a + 5°. Nel coniglio di confronto, che, ad una temperatura ambiente media oscillante tra + 9° + 7°, eliminava gr. 1,644 di urea e gr. 0,902 di azoto. passando ad una temperatura media, oscillante fra + 3°,7 e — 0°,4, si è avuta una eliminazione di urea ammontante ad una quantità media di gr. 1,748 di urea e gr. 0,958 di azoto. Si è avuto cioè un aumento di gr. 0,104 di urea e di gr. 0,056 di azoto.

Bisogna notare che la temperatura rettale diminuì, in media, di 0°,2. Nel coniglio raso, nelle stesse condizioni di temperatura ambiente, da una quantità media giornaliera di gr. 1,103 di urea e gr. 0,604 di azoto che eliminava a pelame integro, si salì, dopo raso, ad una quantità di gr. 1,674 di urea e gr. 0,918 di azoto, riscontrando così un aumento di gr. 0,571 di urea e gr. 0,314 di azoto; in questo animale si ebbe una diminuzione della temperatura rettale di 2°,08. Nella seconda serie di ricerche, eseguite sopra due robusti conigli adulti, la temperatura esterna oscillò durante il periodo sperimentale da 0° a + 5°.

In questo caso nel coniglio di confronto, nel quale ad una temperatura media oscillante fra + 8° e + 6° si era avuto un'eliminazione di urea di gr. 1,674 e di gr. 0,918 di azoto, ad una temperatura oscillante tra + 3°,6 e + 2°,2 si ebbe una quantità giornaliera media di urea di gr. 1,636 e di azoto di gr. 0,897; ossia un risparmio di gr. 0,038 di urea e di gr. 0,021 di azoto. Nell'altro coniglio, che in condizioni normali ed alle temperature esterne già dette, eliminava gr. 1,527 di urea e gr. 0,837 di azoto, dopo raso si ebbe una quantità giornaliera di urea di gr. 2,139 e di azoto di gr. 1,174, ottenendo così un aumento di gr. 0,612 di urea e di gr. 0,337 di azoto. Va tenuto conto che, mentre nel coniglio di confronto la temperatura rettale in media si mantenne pressochè costante, presentando una differenza di 0,°1, nel coniglio rasato la temperatura stessa in media si abbassò di 0°,8.

Nella terza serie di riccrche, eseguita pure sopra due robusti conigli adulti, la temperatura esterna variò fra + 5° e + 10°. Nel coniglio di confronto, nel quale si aveva ad una temperatura media oscillante fra + 8° e + 7° una eliminazione di urea di gr. 2,042 e di gr. 1,120 di azoto, ad una temperatura media di 8°-6° si ebbero giornalmente gr. 1,919 di urea e gr. 1,052 di azoto, cioè un risparmio di gr. 0,123 di urea e di gr. 0,068 di azoto; la temperatura rettale in media aumentò di 0°,1. Nell'altro coniglio, alle stesse temperature in condizi oni normali, si aveva una produzione di gr. 1,554 di urea e di gr. 0,852 di azoto; dopo raso, l'urea salì a gr. 2,746 e l'azoto a gr. 1,507, ottenendo così un aumento di gr. 1,192 di urea e di gr. 0,655 di azoto: la temperatura rettale in questo animale, privato del suo pelo, diminuì in media di 1°,5.

Nella quarta serie di ricerche, nella quale la temperatura ambiente oscillò fra + 10° e + 15°, al solito si adoperarono due conigli adulti e robusti. Nel primo di confronto, ad una temperatura oscillante fra + 13° e + 11° si aveva una media nella eliminazione di urea di gr. 1,275 e di azoto di gr. 0,698. Nel periodo sperimentale, nel quale pure la temperatura si conservò fra + 13° e + 11°, si ebbe una eliminazione di gr. 1,131 di urea e di gr. 0,620 di azoto; con un risparmio quindi di gr. 0,144 di urea e d

gr. 0,078 di azoto: la temperatura rettale presentò un aumento medio di 0°,5. Nel secondo coniglio alle stesse temperature, avanti di esser raso, si aveva una eliminazione di urea di gr. 1,407 e di azoto di gr. 0,751; dopo raso il coniglio, l'urea salì a gr. 2,291 e l'azoto a gr. 1,257 con un aumento di gr. 0,884 di urea e gr. 0,486 di azoto: nella temperatura rettale si ebbe una diminuzione di 1°,9.

Nella quinta serie di ricerche, nella quale la temperatura ambiente oscillò tra + 15° e + 25°, si ebbe che, mentre nel coniglio normale ad una temperatura media oscillante fra + 22° e + 17° si aveva una produzione di urea di gr. 1,255 e di azoto di gr. 0,688, ad una temperatura oscillante fra + 23° e + 19° si ottennero giornalmente in media gr. 1,160 di urea e gr. 0,636 di azoto, con un risparmio di gr. 0,095 di urea e gr. 0,052 di azoto: la temperatura rettale si mantenne presso a poco invariata, presentando una diminuzione media di 0°,02. Nel coniglio raso, nelle stesse condizioni di temperatura allo stato normale, si ebbero gr. 0,671 di urea e gr. 0,368 di azoto; dopo raso, urea gr. 1,408, azoto gr. 0,771: si ebbe quindi un aumento di gr. 0,737 di urea e di gr. 0,403 di azoto. La temperatura rettale, dopo la perdita del mantello di pelo, si abbassò di 1°,3.

Nella sesta serie di ricerche la temperatura ambiente si mantenne costantemente a + 30° nella stufa regolata appositamente. Nel coniglio di confronto, il quale prima di esser messo nella stufa ad una temperatura oscillante fra + 3° e 0°,8 eliminava giornalmente in media gr. 1,843 di urea e gr. 1,010 di azoto, a 30° l'urea si riduceva a gr. 1,110 e l'azoto a gr. 0,608: la temperatura rettale da 36°,9 saliva a 38°,3. È inutile riportare le differenze perchè sono troppo manifeste. È interessante invece il fatto che, estratto il coniglio dalla stufa e riportato ad una temperatura ambiente oscillante fra + 6°,7 e + 2°,8, l'eliminazione dell'urea e dell'azoto si mantenne sempre alquanto diminuita: gr. 1,433 di urea e gr. 0,776 di azoto, e la temperatura rettale non si riabbassò al grado primitivo essendo di 37°,3. Nel coniglio raso, nel quale ad una temperatura ambiente, oscillante fra + 6° e + 5°, si aveva una eliminazione di urea di gr. 1,637 e di azoto di

gr. 0,897, raso e introdotto nella stufa a 30°, l'urea discese a gr. 0,863 e l'azoto a gr. 0,472: la temperatura da 37°,6 salì a 38°,4. Anche in questo caso, riportato il coniglio alla temperatura ambiente, oscillante fra + 8° e + 4°, le cifre dell'urea e dell'azoto si mantennero abbassate: gr. 1,144 la prima, gr. 0,625 la seconda, nonostante che la temperatura rettale discendesse rapidamente al disotto del grado che raggiungeva nel periodo di confronto, essendo in media di 37°,1.

Nell'ultima serie di ricerche la temperatura della stufa fu costantemente mantenuta a + 40°. In queste condizioni i risultati ottenuti non sono facilmente apprezzabili, poichè gli animali emettevano delle scarsissime quantità di urina e molti giorni non urinavano affatto. La loro temperatura centrale si innalzava di circa 2°C, avevano dispnea e mostravano infine di non trovarsi più in uno stato fisiologico. Quindi di questa ultima serie non possiamo che tenerne un conto molto relativo, considerando che per il coniglio una temperatura di + 40 non è a lungo conciiabile colla vita e muore in breve tempo.

Questi interessanti risultati, che sommariamente io ho riassunto, ci dimostrano anzitutto come il coniglio raso risenta molto più potentemente del coniglio normale l'influenza della temperatura esterna tanto bassa che elevata; che le temperature, che per il coniglio normale possono essere considerate come medie, per il coniglio raso agiscono sempre come basse temperature; infine che le temperature molto elevate, contrariamente a quanto si potrebbe supporre, riescono più nocive al coniglio rasato che non al coniglio normale.

Per quanto si riferisce al consumo delle sostanze azotate, risulta dalle mie ricerche, che la temperatura esterna, tanto bassa come elevata, non lo modifica affatto, finchè la temperatura centrale si mantiene invariata o quasi: invece, quando il calore proprio del corpo diminuisce, si accentua il ricambio dell'azoto e quando aumenta, si deprime notevolmente. Basandomi quindi anche sui risultati ottenuti dallo studio dello scambio respiratorio, posso dire che l'organismo si vale anche del gruppo delle sostanze azotate per la regolazione del proprio calore, ma

soltanto nel caso in cui l'equilibrio termico sia fortemente minacciato: in condizioni normali si serve di altri gruppi di sostanze come termogene.

È anche interessante il fatto che nei conigli mantenuti per lungo tempo a temperatura elevata, quando vengano riportati ad una temperatura ambiente media o bassa, il consumo delle sostanze azotate va molto lentamente aumentando, e la temperatura centrale si abbassa pure lentamente, come se il coniglio avesse immagazzinato del calore, che non riesce a perdere rapidamente, neppure quando è privato del mantello esterno coibente.

I risultati di queste esperienze che riguardano la influenza della temperatura sul ricambio materiale (nelle urine) dei conigli, eseguite da me negli anni 1894-1895, sono qui da me riportati con le correzioni. Per errori di calcolo, specialmente per quanto riguarda le cifre dell'urea e quelle dell'azoto totale, alcune di queste erano sbagliate. Sui protocolli originali di quelle mie esperienze io ho eseguito di nuovo tutti i calcoli aritmetici, i risultati dei quali, io riunisco nella tabella, che riporto alla fine di questo capitolo del mio lavoro.

Werthmann eseguì delle osservazioni interessanti sopra l'eliminazione dell'N nei conigli in estate ed in inverno, tenuti costantemente allo stato di digiuno.

Questi sono, sotto forma di tabella, i risultati ai quali giunse, riportandoli ad 1 kg. e a 24 ore.

Media dell' eliminazione di N.

Giorni di digiuno	Estate	Inverno
1	0,81	0,41
2	0,95	0,49
3	1,82	0,57
4	2,06	0,57
5	1,03	0,60

Non sono molto numerose le osservazioni fatte dai diversi autori sull'influenza della temperatura *sul consumo delle sostanze fosforate.*

L'urina degli erbivori, secondo le ricerche di Voit, Boussingault e von Bibra, conterrebbe soltanto traccie di P_2O_5, non ostante che le sostanze, di cui essi si nutrono

siano molto ricche di fosforo. Secondo le ricerche di Riesell, Lehmann, Schetelig, Tereg e Arnold, von Noorden, con una alimentazione vegetale, ricca di calce, le urine conterrebbero molto meno $P_2 O_5$, di quello che non ne contenga il vitto, appunto perchè la maggior parte non viene assorbita ed abbandona il corpo colle feci. Per spiegare questo fatto, von Noorden emette due ipotesi: o la calce trattiene il $P_2 O_5$ nell'intestino, formando con esso un sale basico difficilmente solubile, o, dopochè è stata riassorbita, si combina con il $P_2 O_5$ ed è nuovamente ricacciata nell'intestino insieme ai succhi intestinali.

Comunque sia, sta il fatto che le urine degli erbivori sono in generale molto povere di $P_2 O_5$ e le mie ricerche lo confermano pienamente. Quanto al modo come si è comportata l'eliminazione del $P_2 O_5$ alle diverse temperature ambienti, poco o nulla di interessante io ho a dire. In generale le mie tabelle ci dimostrano, che il $P_2 O_5$ è aumentato o diminuito quasi proporzionalmente agli aumenti e alle diminuzioni nel ricambio dell'azoto. Difatti nel coniglio raso, nel quale, eccettuate le temperature molto alte, si è avuto un ricambio più attivo, si è verificata anche una maggiore eliminazione di fosforo. Ho voluto anche nelle mie tabelle ridurre i singoli valori del $P_2 O_5$ a Ph per comodità di quei ricercatori a cui potessero interessare questi valori; questa tabella è posta in fine a questo capitolo.

Ho cercato anche il quoziente P : N che ho unito anche alla suddetta tabella.

Per quanto riguarda l'*influenza della temperatura ambiente sulla eliminazione dell' acqua*, rimando al capitolo sul ricambio respiratorio, dove questo punto è stato trattato molto ampiamente e qui mi riserbo di fare solo delle piccole aggiunte a quanto ho già detto.

In alcune note già antiche, Rabuteau ha stabilito, contrariamente ad un' opinione aprioristica, che nell' uomo normale, sottoposto ad un regime regolare, l' urina non è escreta in più grande quantità l'inverno che l'estate.

Non avviene, dice egli, che nei bevitori, che la proposizione inversa è vera. Del resto, non è così che devono avvenire le cose. L'acqua assorbita si elimina per i ren

per le vie respiratorie e per la pelle. I reni sono immersi nelle profondità dell'organismo, dice egli, e sono traversati da un sangue che la natura tiene a mantenere identico a sè stesso. La pelle, trovandosi al contrario in contatto con un mezzo esterno essenzialmente variabile, funziona differentemente, seguendo la temperatura e lo stato igrometrico dell'aria; essa elimina tanto più di acqua, quanto più la temperatura è elevata e lo stato igrometrico è più basso.

Del resto, è certo che la temperatura ambiente influisce in certa misura sulla secrezione urinaria a profitto di altre vie di eliminazione; ma la sua influenza è poco considerevole, quando non si esercita che in limiti ristretti e, sopra tutto, quando l'assorbimento del liquido è debole. Si ammette generalmente, che il clima tropicale diminuisce la quantità di urina. Ebbene, Eijkman l'ha trovato poco modificato nei suoi europei tenuti in esperimento dopo un soggiorno durato da un mese e mezzo a sei mesi nelle Indie olandesi; essi eliminavano in media 1487 c. c. d' urina. In dodici altri, soggiornanti nella colonia da 1 anno e mezzo a 15 anni, questo volume era di 1545 c. c.

Eijkmann non ha più trovato cambiamenti nella quantità di urea escreta per kg., egli conclude quindi da ciò, che nell' uomo il clima tropicale non esercita alcuna influenza particolare sulla distruzione degli albuminoidi.

Rimane a vedere quale sia l'*influenza della temperatura esterna sulla densità e sulla reazione delle urine.*

Circa la densità delle urine, i miei esperimenti non mi hanno offerto nulla che sia degno di speciale menzione: la densità ha subito delle forti ed irregolari oscillazioni, che molto difficilmente si potrebbero mettere d'accordo con la temperatura esterna. Forse ci sarebbe possibile un esame più minuto, se nelle mi ricerche avessi potuto tener conto anche dell'acqua eliminata colla respirazione e dalla superficie cutanea: del resto, a questa qualità fisica delle urine, nessuno, degli sperimentatori da me rammentati, ha rivolto in modo speciale la sua attenzione, probabilmente perchè nulla di speciale offrivano loro i dati ottenuti a questo riguardo.

Circa la reazione delle orine, come è naturale, trattan-

dosi di erbivori, è stata costantemente alcalina e di speciale non ci ha offerto altro che il fatto di presentarsi generalmente più accentuata nel coniglio raso che nel coniglio normale, molto probabilmente in ragione della maggiore attività del ricambio dopo la sottrazione dell'involucro cutaneo.

Per quanto riguarda la composizione delle feci durante il digiuno io non farò che riportarmi alle analisi compiute da me e da Jacoangeli nel digiunatore Succi e, che da quanto si vede, scorrendo la letteratura di questo argomento, sono le più complete. Il Succi, durante il suo digiuno di 20 giorni ebbe tre scariche di feci. La sostanza secca rappresentò un valore del 33,53-32,03 %: solamente nell'ultima scarica fu del 16,72 per cento e ciò dipende dalla grande quantità di feci che furono eliminate. Per quanto riguarda l'eliminazione dell'azoto per le feci, Succi emise di urea gr. 4,58-2,39 % e di azoto gr. 6,68-6,56-9,64 %; quest'ultima cifra però ci rappresenta le feci, di quando già aveva mangiato. Scorrendo le cifre ottenute dagli altri autori troviamo che Müller trovò l'N delle feci molto alto, in Cetti 8,41 %, in Breithaupt 5,67 %, insomma delle cifre analoghe a quelle che si hanno, quando il soggetto in esperimento è sottoposto a nutrimento carneo, naturalmente però, bisogna considerare che la quantità giornaliera di N è molto piccola.

Rieder ottenne da un cane del peso di 7 kg., che digiunava da 9 giorni, feci secche gr. 11,88 con gr. 7,12 % di N, ossia gr. 0,094 di N per giorno, nelle feci. Rieder ottenne nell'uomo, con un'alimentazione quasi priva di N, giornalmente gr. 0,73 di N nelle feci, circa 8 % dell'azoto totale. Tsuboi ritrovò, in un cane tenuto a digiuno, del peso di 18 kg., in un digiuno di 10 giorni, azoto 5,11 % nelle feci secche, ossia gr. 0,14 di N per giorno.

Il contenuto in grassi delle feci nel digiuno è abbastanza alto. Nelle nostre osservazioni variò fra 21,50, 21,00 e 10,35 %. Un cane di Müller del peso di 23 kg. eliminava giornalmente in stato di digiuno gr. 0,95 di grasso; in un cane del peso di kg. 42,6 se ne avevano gr. 2,32. Nelle feci del Cetti si trovò il 35,5 % ed in Breithaupt il 28,42 % di estratto etereo, delle cifre quindi un po' superiori alle

nostre. Negli estratti eterei si ritrovano molti grassi saponificabili e solo poca colesterina, come del resto si ha normalmente nell'uomo e nel cane. Müller crede, che il grasso provenga dal secreto intestinale e dal pancreas.

Per quanto riguarda la urobilina, Müller ritiene che s ritrovi molto facilmente nelle feci dell'uomo a digiuno e che raramente si ritrovi nel cane a digiuno; però bisogna notare che talvolta si ritrova anche nelle feci di un cane normale. Jacoangeli ed io la ricercammo, per mezzo dello spettrofotometro, nella regione F 65 G — F 87 G = 0,648 e al 21 dicembre la ritrovammo nelle feci del Succi nella quantità di gr. 4,67 °/₀ di sostanza secca.

Ritrovammo inoltre che le feci del Succi erano sempre di reazione acida, senza albumina e con assenza di pigmenti biliari e di acidi biliari. Voit ritiene, che la bile ed il secreto pancreatico non prendano quasi parte alla produzione delle feci nel digiuno, perchè questi secreti vengono per la maggior parte ad essere riassorbiti.

Per quanto riguarda il contenuto in sali, delle feci, questi variano, come è stato visto da vari autori, dal 10 al 27 °/₀ della sostanza secca (nelle nostre esperienze fra 11,45-20,45) e nell'uomo a digiuno sembra che prevalgano i metalli alcalini fissi (19,6 °/₀ Cetti, 12,7 °/₀ Breithaupt, 20,2 °/₀ Succi). Anche le feci del cane a digiuno mostrano un grande contenuto in alcali, difatti, secondo Müller, mentre le feci di un cane nutrito con carne hanno un contenuto in alcali fra 2,7-4,5 °/₀, nelle feci del digiuno varia fra 6,2-13,2 °/₀. L'eliminazione del calcio nelle feci dell'uomo a digiuno rappresenta il 14,5-12,5-10 °/₀ delle ceneri (normale 29,25 °/₀ di Ca O nelle feci di un uomo normale): mentre invece l'eliminazione della magnesia era molto piccola: 1,2-4,2 °/₀ in Cetti e Breithaupt, però in Succi 10 °/₀ (normale 7,57 °/₀) di Mg O. In Breithaupt l'eliminazione di Ca O era del 22,7 °/₀ delle ceneri totali, magnesia 11,5 °/₀, acido fosforico 6,1 °/₀. Nel cane il Müller vide, che l' eliminazione del calcio nel digiuno era molto minore dell' eliminazione della magnesia.

E. Voit trovò nelle ceneri delle feci del digiuno 21 °/₀ di Ca O (Müller fra 29,4-39,1 °/₀). Nelle feci dopo nutrimento carneo 34,99 °/₀ di Ca O (Müller 27,9-31,6 °/₀).

L'eliminazione dell'acido fosforico nelle feci del digiuno dei carnivori è più piccola che dopo l'alimentazione carnea. In Cetti era il 43,1 % nelle feci del digiuno, in Breithaupt il 55,8 %, in Succi (E. ed O. Freund) il 16,8 % (calcolato sotto forma di $H_3 PO_4$).

Weber vide nell'urina dei ruminanti, rispetto ad un forte aumento dell'acido fosforico, una diminuzione abbastanza forte di questo nelle feci. Il rapporto percentuale nelle feci fra N e $P_2 O_5$ era nel periodo antecedente al digiuno come 1 : 1,11, mentre invece alla fine del periodo di digiuno era come 1: 0,51 e contemporaneamente il contenuto percentuale nel digiuno era alquanto aumentato. Dalle cifre ottenute da me e da Jacoangeli osserviamo, come il P_2O_5 e l' SO_3 nelle feci del digiunatore Succi erano aumentati e così pure l'eliminazione del ferro: ciò apparisce evidente dalle nostre due tabelle, che ora riporto e dove si trovano appunto riassunte le analisi chimiche delle feci emesse dal Succi nel digiuno di 20 giorni fatto a Roma negli anni 1903-1904.

Analisi chimica delle feci emesse dal Succi nel digiuno fatto a Roma nel 1903-1904.

(Jacoangeli e Polimanti).

Tabella 1.

DATA	Quantità gr.	sostanza secca % (a 105° C.)	Ceneri % sostanza umida	Ceneri % sostanza secca	Urea %		Azoto %		Grassi % sostanza secca	P_2O_5 % sostanza secca	SO_3 % sostanza secca	Cl % sostanza secca	Fe % sostanza secca	Urobilina % sostanza secca
					sostanza umida	sostanza secca	sostanza umida	sostanza secca						
1893														
17 Dicembre	65	33,53	4,62	13,77	1,53	4,58	2,24	6,68	21,50	3,131	0,805	0,200	0,051	nulla
21 »	95	32,03	3,67	11,45	0,64	2,39	2,10	6,56	21,00	4,102	1,303	0,185	0,073	4,67
1894														
6 Gennaio	295	16,72	3,42	20,45	nulla		1,61	9,64	10,35	2,392	0,300	0,135	0,081	nulla

Tabella 2.

DATA	Aspetto	Consistenza	Colore	Odore	Reazione	Albumina (Jaksch)	Pigmenti biliari (Gmelin)	Acidi biliari (Pettenkofer)
1893								
17 Dicembre	2 Boli	dura	tabacco piceo	fetido acuto	acida	negativa	negativi	negativi
21 »	1 Bolo	dura	» scuro	penetrante	acida	negativa	negativi	negativi
1894								
6 Gennaio	semisolido	poltacea	cioccolatto	pochiss. fetore	acida	negativa	negativi	negativi

E Voit fece anche uno studio molto diligente sulla perdita in albumina e in grasso di un animale a digiuno e vide, che nello stesso animale la scissione dell'albumina nei differenti periodi di digiuno non è sempre uguale; è di tanto più grande, di quanto più progredita è la povertà in grasso dell'animale. Quando il corpo contenga molto grasso, la scissione dell'albumina non avviene, almeno sino ad un certo punto.

In questi ultimi anni è stato molto studiato l'aumento della eliminazione premortale dell'N. Secondo C. Voit la povertà sempre maggiore di grasso verso gli ultimi giorni di vita fà sì che aumenti la scissione dell'albumina. Però Fr. N. Schulz attaccò questa teoria: secondo lui si può trovare grasso nell'organismo, anche quando aumenta N nell'urina, dipenderebbe invece dalla distruzione cellulare, cosa probabile perchè concorderebbe, con quanto hanno visto lo stesso Schulz e Swirsky, che cioè l'aumento dell'N nelle urine è contemporaneo alla emissione di albumina. Schulz basa anche questa sua teoria sopra certe ricerche per le quali facendo delle iniezioni d'olio di Brassica oleracea ad un animale a digiuno, prima, e anche durante il digiuno, si faceva in modo che l'aumento dell'N nelle urine veniva evitato. Kaufmann riprese le ricerche di Schulz e sperimentò con conigli, che ricevevano rispettivamente olio e zucchero, però gli animali sottoposti al trattamento di olio morivano dopo 2-5 giorni, in modo che non si potevano trarre conclusioni. Mentre invece, negli animali trattati con olio di Brassica oleracea vi sono degli esempi molto dimostrativi per sostenere l'idea di Schulz. I conigli di Kaufmann invece, trattati con zucchero, che ricevettero per bocca 25-30 gr. di zucchero per giorno, non mostrarono aumento premortale di N per le urine e alla sezione vi si trovò molto grasso. E. Voit (1901) non ritiene giuste le idee di Schulz, perchè con ricerche da lui eseguite, su animali trattati anche con zucchero, l'eliminazione di N aumentò lo stesso. Agli stessi risultati di E. Voit giunse May. Schöndorff fece delle belle ricerche sopra il consumo dell'albumina circolante: egli fece scorrere nelle estremità posteriori di cani normali e a digiuno del sangue di cani non a digiuno e normali e vide che

le cellule di animali a digiuno consumano quasi ugualmente a quelle di animali ben nutriti.

Molto è stato lavorato da varî ricercatori sul consumo minimo dell'albumina negli animali, senza che sia attaccata l'albumina del corpo. E. Voit e Korkunoff, in base a ricerche anteriori e proprie, calcolano che per un cane il 110 per cento della scissione dell'albumina nel digiuno rappresenti il minimo, col quale gli animali debbono nutrirsi di albumina e di una tale quantità di idrati di carbonio in modo che non emettano N dal proprio corpo. Però Cremer e Henderson non poterono giungere a questo minimo stabilito dagli autori anzidetti.

E. Voit e Korkunoff trovarono che le cifre di I. Munk non erano molto differenti dalle loro; secondo questo autore l'eliminazione di N è superiore nel digiuno che in seguito ad una alimentazione fatta con idrati di carbonio. Sivén, colle sue ricerche fatte sull'uomo, giunge per il consumo dell'albumina a valori più bassi di quelli visti da E. Voit e Korkunoff nel cane.

Per quanto riguarda il ricambio materiale negli animali poichilotermi, dobbiamo tener presenti le bellissime ricerche fatte da Miescher nel salmone del Reno, delle quali parleremo più partitamente nel capitolo delle variazioni del peso. Qui accenneremo solamente che il contenuto in albumina dei muscoli della colonna vertebrale si abbassa dal 17.5 per cento al 13.2 per cento e ciò per andare ad aumentare di peso e di volume gli organi genitali in un periodo di assoluta inanizione. Krehl e Soetbeer istituirono delle ricerche sulla respirazione e di calorimetria nei cheloni, sauri, serpenti e rane in stato di inanizione. Queste esperienze dimostrano che l'intensità dei processi vitali degli animali a sangue freddo dipende dalla temperatura del mezzo ambiente, però, sino ad un certo punto, è dipendente anche dall'attività protoplasmatica di ogni singolo animale. Mentre nei cheloni e nei sauri, da loro studiati, mancò l'emissione dell'acqua, oppure questa era minima, i coccodrilli, invece, i serpenti e le rane emettevano molta acqua, emissione sempre dipendente dal grado di umidità dell'aria e dalla irradiazione e che proteggeva

molto bene gli animali da un soprariscaldamento. Manca fece delle interessantissime esperienze sopra il contenuto percentuale delle differenti sostanze, che costituiscono il corpo di lucertole in stato normale e dopo 19, 27 e 43 giorni di digiuno, tenute in una atmosfera secca, oppure molto umida: l' acqua era messa, talvolta, a disposizione degli animali, talvolta, invece no.

In una tabella riporto le differenze osservate da Manca in diversi animali tenuti varî giorni a digiuno assoluto in un' atmosfera umida, comparati con animali normali.

Lucertole a digiuno (perdita %).

	Lucertole normali	19 giorni	27 3/4 giorni	43 giorni
Perdita di peso	%	23.3	33.9	42.98
Sostanza secca	29.13	8.4	16.51	26.57
Acqua	70.87	29.73	39.75	48.51
Sostanze azotate	17.54	6.84	15.14	25.94
Grasso e idrati di carbonio .	8.09	10.61	19.51	28.02
Ceneri	3.48			

Da queste cifre si vede, come vi sia un aumento relativo del contenuto in acqua ed una diminuzione forte relativa, all' inizio, delle sostanze prive di azoto rispetto a quelle che lo contengono; più tardi le sostanze azotate diminuiscono di più delle sostanze non azotate, ciò che coincide esattamente, con quanto è stato visto nei mammiferi e negli uccelli.

Pflüger scoprì nella rana fusca che, al principio di marzo, dopo un letargo di sei mesi, aveva ancora molto glicogeno (gr. 0.985 di glicogeno per cento grammi di rana). Nella rana esculenta, che non ebbe letargo, Pflüger trovò circa gr. 0.64 di glicogeno per cento grammi di rana.

Athanasiu ricercò il contenuto in glicogeno del corpo della rana nei differenti mesi dell' anno. La più grande quantità di questa sostanza si ritrovò in settembre; in marzo ve ne erano ancora i due terzi (il grasso era molto diminuito); dopo questo mese il glicogeno raggiunge il suo minimo per aumentare poi di nuovo lentamente. In estate, a causa del ricambio materiale molto vivo, non si ritrova nel corpo una grande quantità di glicogeno. Lo

scambio respiratorio delle rane, secondo Athanasiu, presenta delle grandi caratteristiche: il quoziente respiratorio nell'estate è di 0.77, più piccolo quindi che nell'inverno, che è di 0.95. In undici ricerche su trenta, in questo periodo dell'anno, si mostrò superiore ad 1. Ciò corrisponderebbe, secondo questo autore, con quanto ha visto sulla costituzione del corpo in questi mesi dell'anno: la sparizione del grasso nell'inverno ci spiega il quoziente respiratorio basso, dovuto appunto alla combustione di grasso, mentre la povertà in glicogeno nell'estate, basandosi sopra un bruciamento di idrati di carbonio, fa aumentare il quoziente respiratorio. Gaule però ritiene, che questi risultati dipendano da che nell'estate furono adoperate delle rane nutrite, mentre invece nell'inverno si adoperarono delle rane a digiuno. Le rane di Athanasiu, adoperate nell'inverno, non cadevano in letargo, perchè si trovavano in un laboratorio, quelle poi che si trovavano in uno stato di più grande rigidità, che si avvicinava allo stato di letargo, presentarono i più alti valori del quoziente respiratorio. Athanasiu crede, che in inverno vi sia nelle rane una ritenzione di O_2 e richiama perciò, come analogia una ricerca di Vernon, secondo il quale, la marmotta, verso la fine del letargo, mostra una maggiore emissione di CO_2 rispetto ad una ritenzione di O_2.

Gaule si occupò di vedere, in un lunghissimo lavoro, il peso degli organi della rana nei differenti mesi dell'anno: ricercò il peso del fegato, dei muscoli, della milza, degli organi genitali, dei corpi grassi. Dalle sue tabelle si rileva, come il fegato ha il massimo del suo peso in novembre e dicembre, in giugno il minimo; i muscoli hanno il massimo in luglio ed agosto, il minimo in dicembre; ed i corpi grassi nel settembre il loro massimo e in giugno il minimo. Questi risultati concordano con quelli di Athanasiu. Gaule tratta anche dei rapporti che vi sono fra sviluppo del corpo ed organi sessuali da un lato, ed i pesi dei differenti organi dall' altro lato.

Per quanto riguarda gli organi sessuali, è cosa interessante mettere in rilievo in questo punto i risultati di Loisel sopra il passero, perchè vengano confrontati con

quelli ottenuti da Gaule nelle rane. Loisel, studiando i testicoli del passero adulto, durante l'anno, vide, che:

« 1º Une période d'activité fonctionnelle: la spermatogénèse, qui a lieu seulement pendant les mois le plus chauds de l'année;

« 2º Une période d'activité regressive: métaspermatogénèse, qui commence après le temps des amours pour durer pendant toute la saison froide;

« 3º Une période d'activité progressive qui accompagne le retour des premiers beaux jours de l'année et à laquelle on peut appliquer le nom de préspermatogénèse ».

A risultati analoghi, in altri uccelli, giunse Moutlezun. Noè ha visto nei ricci, studiando il testicolo, che dai primi giorni di novembre sino quasi alla metà del periodo invernale, il testicolo ha un peso minimo: è questo il periodo del torpore sessuale. Aumenta quindi di peso progressivamente, sino a raggiungere un massimo nell'aprile-maggio, periodo che corrisponde all' epoca della fregola. Noè ha fatto anche delle osservazioni interessanti sopra l'influenza delle stagioni sul peso degli altri organi. Il peso del fegato è massimo in inverno e minimo in estate, nel riccio, e ciò dipende, secondo lui, da che questo presiede alla termogenesi. Difatti, come il volume di questo aumenta nell'animale piccolo, a causa della maggiore dispersione di calore, così in inverno si adatta ai bisogni dell'organismo per sovvenire a una calorificazione più attiva, necessaria a causa dell'abbassamento della temperatura ambiente. Come spiegare questa idea di Noè con la temperatura dell'animale a livello di quella ambiente? Secondo me il peso del fegato è maggiore in inverno, perchè deve contenere maggiore quantità di glicogeno, perchè sia sempre pronto a rialzare la temperatura dell'animale allo stato di letargo, il più presto che sia possibile, a quella dello stato normale di veglia.

Poco importanti sono le variazioni osservate da Noè nella milza, nei polmoni e nei reni nel riccio durante il letargo, comparate con i pesi ottenuti allo stato di veglia.

Il peso del pancreas nel riccio è massimo in inverno (stato di letargo) e minimo in estate (stato di veglia).

Dobbiamo in ultimo parlare delle esperienze di Moraczewsky, che volle studiare l'influenza della sottrazione di sangue nelle rane sopra la composizione del corpo di queste allo stato di digiuno. Con la sottrazione di sangue ottenne gli stessi risultati sulle variazioni della composizione del corpo, come si ottengono tenendo le rane allo stato di digiuno assoluto. Le rane povere di sangue a digiuno vissero lo stesso periodo di tempo di quelle normali tenute a digiuno (2-4 mesi).

In rane normali la sostanza secca è del 24 per cento, in rane a digiuno e povere di sangue è di circa il 16 per cento. Il contenuto in N diminuisce più nelle rane senza sangue che in quelle in semplice digiuno. Calcolando nella sostanza secca il contenuto in N, questo nelle rane a digiuno è più grande che negli animali normali. Mentre il contenuto in acido fosforico negli animali privi di sangue è quasi uguale; nelle rane tenute a digiuno diminuisce di molto il loro contenuto in acido fosforico.

Rimane ora infine di parlare dei rapporti che corrono fra il ricambio materiale e la regolazione del calore.

Oddi, nel capitolo, col quale chiudeva la sua memoria sull'*influenza della temperatura sul complessivo scambio respiratorio*, così si esprime: «Dalle nostre ricerche risulta in modo evidentissimo che l'attività del ricambio materiale sta in ragione inversa della temperatura esterna; più la temperatura è bassa e maggiore è il consumo e quindi l'eliminazione dei prodotti di questo consumo. Dai nostri esperimenti risulta pure un altro fatto, che a me sembra molto importante, potendo in parte rischiarare una quistione sulla quale tuttora si discute. Dalle nostre ricerche risulterebbe, che il freddo ha agito sull'organismo rendendo molto più attivo il complessivo scambio materiale e non già facilitando il consumo di una piuttosto che delle altre sostanze alimentari. Difatti noi non abbiamo ottenuto il quoziente respiratorio nè delle sostanze idrocarbonate, nè degli albuminoidi, nè dei grassi; ma sibbene un quoziente, che ha oscillato entro limiti molto

ristretti e che si potrebbe considerare come la risultante del consumo di tutti e tre i gruppi menzionati ».

I risultati delle mie esperienze, che riguardano appunto l' influenza della temperatura sul ricambio materiale e che riporto sotto ferma di tabella, confermano completamente la verità di quanto Oddi asseriva, dimostrando come a bassa temperatura vi è un notevole aumento anche nel consumo delle sostanze azotate e che quindi l' organismo si può valere anche di queste come termogene. Anche noi abbiamo verificato che l' attività del ricambio materiale sta in ragione inversa della temperatura, nel senso che questa influenza il calore proprio del corpo ed allora l' organismo, per ristabilire l' equilibrio termico, è costretto ad aumentare o diminuire lo scambio materiale, ossia la produzione del calore.

Oddi combatte l' opinione del Richet, il quale crede che l' animale, per resistere al caldo, ha tre mezzi che impiega simultaneamente: il primo mezzo consisterebbe nel diminuire i suoi scambi, ma quando il calore esterno è forte questo mezzo sarebbe insufficiente e si troverebbe costretto ad aggiungerne un secondo, che consisterebbe nell'aumento dell' irradiazione periferica o dispersione del calorico; se anche questo mezzo non è sufficiente, esso avrebbe un terzo mezzo, che consisterebbe nell' evaporazione di una certa quantità di acqua, o col sudore, o dalla superficie polmonare. L' Oddi fa rilevare che dai suoi esperimenti risulta evidente, che gli scambi chimici respiratori, tanto alla temperatura bassa che elevata, furono sempre gli stessi e non si differenziarono affatto per qualità, ma soltanto per intensità. Ed aggiunge: « Non è assolutamente logico l'ammettere che vi sia maggior dispersione di calore e di vapore acquoso a temperatura elevata, quando la produzione del calore stesso e dell'acqua è molto diminuita e quando le condizioni fisiche dell' ambiente vi si oppongono anzichè favorirla. Noi non vogliamo con ciò negare o togliere completamente importanza ai fenomeni vasomotori ed alla secrezione del sudore: crediamo anzi che i primi effetti della temperatura consistano in azioni vasomotorie e secretorie, ossia nella dispersione

o ritenzione di una certa quantità di calore; ma queste azioni non sono che transitorie e cessato lo stimolo sulle estremità nervose sensitive, abituatosi l'organismo alle condizioni esterne dell' ambiente in cui vive, per conservare inalterata la propria temperatura, deve aumentare o diminuire gli scambi chimico nutritivi dei propri tessuti ». In base ai nostri risultati, noi ci troviamo pienamente d'accordo, anche in questo punto, col modo di vedere dell' Oddi. Difatti nei nostri conigli tenuti a temperatura elevata, noi non abbiamo notato nulla di speciale nello scambio materiale, ma soltanto una diminuzione abbastanza forte nella quantità dei prodotti di consumo eliminati per le orine: nè il consumo delle sostanze azotate è aumentato, come vorrebbero alcuni, ma invece è intensamente diminuito, nonostante che la temperatura centrale si fosse di molto elevata al disopra della norma.

L' azoto quindi, non meno dell' acido carbonico e dell' ossigeno, seguirebbe la stessa sorte sotto l' influenza della temperatura ambiente, fatto che completa i risultati dell' Oddi, il quale per necessità sperimentale aveva dovuto trascurare la determinazione dell' azoto.

Circa al meccanismo, col quale l' animale a sangue caldo è in grado di regolare i propri scambi nutritivi in modo da mantenere invariata la temperatura del suo corpo, noi non abbiamo ricerche speciali e quindi nulla di nuovo possiamo aggiungere a quello che attualmente si sa in proposito. Ma, basandoci sugli ultimi studi eseguiti a questo riguardo e specialmente su quelli del Richet, del Mosso, del Baldi e del Luciani, noi non possiamo che pensare al sistema nervoso, considerato nel suo insieme e nella sua unità.

CAPITOLO XII

La temperatura degli animali letargici.

Bonnet racconta, che De Réaumur ebbe una marmotta, che in gennaio non cadeva in letargo ad una temperatura ambiente di + 5° R. e tanto meno in febbraio ad una temperatura di — 5° R.

Buffon fa delle osservazioni termometriche sui ghiri e constata, in inverno, che il loro calore interno è press'a poco uguale a quello dell'aria ambiente verso + 10°. Questo non è, secondo lui, un vero sonno, ma un torpore impadronentesi in questi piccoli roditori delle membra e dei sensi; questo letargo ha per iscopo di non far produrre loro troppo calore. Il letargo arriva, quando questa piccola quantità di calore cessa d'essere aiutata dal mezzo ambiente. Egli fa delle constatazioni dello stesso ordine su dei pipistrelli e dei ricci, ma non ebbe l'occasione di osservare delle marmotte. I ghiri, egli dice, muoiono quando vengono riscaldati bruscamente vicino al fuoco, e non bisogna riscaldarli che per gradi. Quando la temperatura si eleva un po' al disopra di + 10° a 11° essi si rianimano. In luogo caldo essi non cadono in letargo, ma vanno, vengono, mangiano, dormono di tempo in tempo come gli altri animali.

Hunter riporta l'osservazione del celebre Jenner, il quale osservò che la temperatura interna nei letargici è di molto superiore a quella ambiente ed a quella che si osserva alla superficie del corpo.

Secondo Jenner, difatti, la temperatura del riccio nell'estate ad una temperatura dell'atmosfera di 20°, $^4/_9$ R. è nel diaframma di 28° $^8/_9$ R., nel bacino di 28° R. Nell'inverno egli trovò nel riccio, ad una temperatura esterna di 5° $^3/_9$, nel diaframma, una temperatura di 7° $^3/_{16}$, nel bacino 5° $^7/_9$; ad una temperatura esterna di — 2° $^8/_9$ nell'addome di un riccio congelato era di — $^6/_9$°. Nello stesso animale, dopo che per due giorni era stato in un'atmosfera di — 2° $^6/_9$, la temperatura dell'intestino era di 7° $^1/_9$.

Hunter fa osservare, che il letargo si può produrre a tutte le temperature, ma ha constatato durante questo, un abbassamento della temperatura, che però è poco considerevole e non passa mai i 0°,83.

Il nostro grande Lazzaro Spallanzani si occupò anche lui di vedere, come si comportasse la temperatura degli animali in letargo.

Spallanzani trovò in luglio, ad una temperatura di 21° R., che quella di un pipistrello era di 30°,5 R. In altri casi

era anche più bassa di questa, pur rimanendo allo stesso grado la temperatura esterna.

Un termometro messo nella gabbia toracica di un pipistrello, che era stato sottoposto ad una temperatura di + 5° R. segnò 6°.5 R. Quando l'animale fu sottoposto al punto di congelazione, la temperatura presto si abbassò al disotto di quella del mezzo ambiente.

Un amico di Spallanzani, Giannambrogio Sangiorgio, di Milano, esaminò due marmotte dietro sua preghiera, ed osservò, in un caso, 26° R., cioè 16° R. al disopra dell'atmosfera ambiente: l'altra marmotta aveva una temperatura di 27° R.

Spallanzani medesimo vide il termometro montare nella bocca d'una marmotta a 31° R. Egli l'ha veduto elevarsi, inoltre a 30° R. e anche a 31° R. nella bocca di un riccio e nel corpo di un pipistrello, dalla qual cosa risulta, secondo l'illustre fisiologo italiano, che questi animali hanno lo stesso calore interno degli altri mammiferi.

« Si Mr. de Buffon en a fait, dice egli, des animaux à sang froid, c'est qu'il a dû faire ses expériences en hiver au moment où il sont privés de sentiment et de mouvement parce que la chaleur interne qui les anime a diminué ».

Spallanzani trovò in un sorcio delle foreste (*mus sylvaticus*) ad una temperatura esterna di 7° $^3/_4$ R. una temperatura uguale alla superficie esterna del suo corpo.

Già Pallas aveva trovato la temperatura dei pipistrelli alquanto differente, specialmente in molti esemplari di *vesperugo noctula* era sui 32° $^1/_9$ R., nel *vesperugo pipistrellus* variava fra 32° $^4/_9$ R. e 32° $^8/_9$ R.

Pallas dice, che il riccio cambia, ad ogni variazione della temperatura esterna, la temperatura del proprio sangue. In un ambiente freddo, nel quale diviene letargico, si abbassa a 3°,5 R. sino a 1°,5 R.; in una camera calda si innalza sino a 5° R. e finalmente, se l'animale viene ad essere svegliato dal caldo primaverile, si innalza a 28°,25° R.

Pallas trovò in un ghiro desto una temperatura di 28° $^6/_9$ R. Portati questi animali in una ghiacciaia, caddero in letargo in una nottata.

Pallas trovò nell'*arctomys citillus*, in estate, la più alta temperatura del sangue a 31°.5 R. In due spermofili trovò 30° 6/9 R., in altri due 30° 2/9, in altri tre 29° 7/9 R., in uno 24° 8/9 R., in uno 21° 7/9 R., in uno 20° 8/9 R. In un animale, il quale fu messo in una ghiacciaia, e che divenne letargico, la temperatura passò a + 10°.5 R. Secondo Pallas, è tanto grande la sensibilità degli spermofili al freddo, che diventano più grassi in modo da poter resistere maggiormente al gelo. Uno spermofilo, che tutta una notte stette ad una temperatura di — 14 1/3 R., non perdette della sua vivacità e la sua temperatura restò a 29°.5 R.

Pallas nell'*arctomys bobac* trovò una temperatura variante fra 30° 3/9 e 31° 1/9.

Pallas ritiene che il *mus betulinus* cada in letargo a 12°.5 R. Trovò anche, lo stesso autore, in un criceto levato dalla tana, con un tempo ancora freddo, una temperatura di 30° 1/4 R. — 31°.5 R.; in altri che si trovavano nell'inverno in luoghi freddi 26° 6/9 — 26° 2/9 R.

Saissy mette un termometro decimale centigrado in contatto 10′ con il corpo dell' animale letargico (marmotta, riccio, moscardino, pipistrello). Inizia questa prima sezione del suo lavoro con una proposizione di Barthez:

« La température de ces animaux est en raison directe de celle de l'atmosphère; mais elle est toujours plus élevée que cette dernière, même dans les plus grandes chaleurs de l'été, comme les froids les plus rigoureux de l' hiver ne la font pas descendre jusqu'à zéro: si celà arrive, les animaux périssent (Barthez, *Nouveau Elém. de la science de l'homme*, seconde édit., tom. I, pag. 198) ».

Messa nel suo lavoro questa proposizione, passa ad esaminare le ricerche termometriche da lui eseguite.

Saissy (p. 10). Tavola delle temperature dei varî letargici allo stato di veglia.

Parti nelle quali il termometro centigrado è stato successivamente applicato	Marmotta	Riccio	Moscardino	Pipistrello
Il 6 agosto 1806, temperatura dell'atmosfera 22°; altezza del barometro 27 pollici, 9 linee.				
All'orecchio	36.50	..	..	..
Nella bocca	37.50	..	36.5	30
Sotto l'ascella	36.50	35	36.5	30
Fra la coscia e l'ano	36.50	35	36.5	30
Nel retto	37.50	..	..	..
Nel petto (cuore)	38	36	37.5	31
Nel ventre (fegato)	38	36	37.5	31
Il 23 settembre 1806, temperatura atmosferica 18°; altezza del barometro 27 pollici, 9 linee.				
All'orecchio	33.75	..	..	..
Nella bocca	33.75	..	33	28
Sotto l'ascella	31.25	33 *	31	28
Fra la coscia e l'ano	31.25	33	31	28
Nel retto	37	..	..	..
Nel petto (cuore)	37.50	34	36	29.75
Nel ventre (fegato)	37.50	34	36	29.75
Il 10 novembre 1806, temperatura atmosferica 70°; altezza del barometro 27 pollici, 9 linee.				
All'orecchio	28.75	..	..	..
Nella bocca	33	..	22	13
Sotto l'ascella	27.25	13.75	21	12
Fra la coscia e l'ano	27.25	13.75	21	12
Nel retto	33.75	..	..	..
Nel petto (cuore)	34.25	15	23	14
Nel ventre (fegato)	34.25	15	23	14

* Questa alta temperatura, dice Saissy, non deve meravigliare, pensando alla singolare conformazione di questo animale che, essendo ravvoltolato, concentra il calore, che esala dai suoi polmoni.

Questi risultati, secondo Saissy, non concordano con quelli che assegnano (Buffon e Geoffroy) solo 10° R. ai letargici nel loro stato ordinario, quando sono svegli. Spallanzani e Hunter hanno provato invece, che la temperatura di questi animali è molto elevata nello stato di veglia.

Pallas dice che i ghiri, i ricci, le marmotte ed i pipistrelli hanno il sangue meno caldo che la maggior parte degli animali del loro ordine (roditori). Questa differenza di calore, di cui parla Pallas, non è che di 3° o 4°. Saissy conclude dalle sue esperienze: 1° che tutti questi animali letargici hanno una temperatura quasi come quella dell'uomo e degli altri animali della stessa specie; 2° questa temperatura è in ragione diretta di quella dell'atmosfera.

Saissy eseguì anche delle ricerche termometriche sugli stessi animali in istato di letargo. Riporto le osservazioni da lui compiute in proposito nei varî letargici.

Il 25 gennaio 1807, temperatura atmosferica 1°,25; altezza del barometro 27 pollici, 8 linee.

Parti nelle quali il termometro centigrado è stato successivamente applicato	Marmotta*	Riccio	Moscardino	Pipistrello
All'orecchio	5	..		..
Nella bocca	5	..	3	4
Sotto l'ascella	5	3.25	3	4
Fra la coscia e l'ano . . .	5	3.25	3	4
Nel retto	5	..	..	..
Nel petto (cuore).	5	5	4	5
Nel ventre (fegato)	5	5	4	5

* Queste esperienze sono state fatte il 28 maggio e il 3 giugno 1807, sopra una marmotta *artificialmente* (!) portata in letargo.

Riporta anche l'esempio di un riccio che ad una temperatura esterna + 1°,25 presentò una temperatura + 3°,50.

Saissy riporta poi un'altra legge di Barthez:

« L'inégalité des températures extérieures, quant à leur degré respectif de chaleur et de froid, n'altère presque pas la température uniforme et spécifique des animaux ». (*Encyclop. alph.*, tom. VII, p. 17. - Barthez, *Nouv. Élém. de la science de l'hom.*, tom. I, p. 125. - Dumas, *Princ. de physiologie*, tom. III, p. 531. - Bichat, *Anat. génér.*, tom. II, p. 521).

Questi mammiferi letargici, secondo Saissy, si trovano al di fuori di questa legge fisiologica sopra formulata e costituiscono una classe assolutamente a parte di mammiferi.

Saissy dice una cosa che è molto da notare, cioè la temperatura dei letargici, nello stato di veglia, è in ragione diretta di quella dell'atmosfera.

La temperatura dei letargici nello stato ordinario è come quella dell'uomo e degli altri mammiferi, ma però è da notare « que cette même température suit les vicissitudes de celle de l'atmosphère; mais qu'elle est toujours plus élevée que cette dernière, même dans les plus grands chaleurs de l'été: que les froids les plus rigoureux de l'hiver ne la font pas baisser jusqu'à zéro: enfin, que si elle baisse à ce degré, les animaux périssent ».

Saissy osserva che: « La plupart de ces animaux (i letargici) s'engourdissent lorsque la température est à 5° au-dessus de zéro ».

Saissy ha visto nella marmotta, che non cadeva in letargo alla temperatura di — 1°,25, mentre la sua temperatura propria era di 24°. Messa la marmotta per due volte in un miscuglio frigorifero non si addormentò, messa per due volte in un altro miscuglio, che raggiunse — 10°, la marmotta cadde in letargo solamente dopo 23 ore, che si trovava in questo mezzo ambiente.

Saissy ha visto, che il riccio è l'animale più facile a cadere in letargo ad una temperatura di + 7°. Per il pipistrello, questa temperatura di + 7° è la più adatta per farlo cadere in letargo. Il moscardino invece conserva la sua agilità anche ad una temperatura di + 5°.

Spallanzani pensa, che i ghiri cadano in letargo alla

temperatura di + 10° R. Questa asserzione, secondo Saissy, non è fondata. Probabilmente in tutti i letargici, perchè il letargo divenga profondo, non è necessario, che la temperatura atmosferica si abbassi al disotto di quel grado di temperatura che fu necessaria per farli cadere in letargo: basta solamente che si mantenga allo stesso grado e che non sia artificialmente interrotto questo loro stato.

Saissy, per quanto riguarda le temperature alle quali cadono in letargo i varî animali letargici, conclude dalle sue esperienze:

« 1r Que les animaux mammifères hybernants ne s'engourdissent pas tous au même degré de froid ».

Alla stessa conclusione era già arrivato Spallanzani.

Secondo Saissy, la marmotta non cade in letargo che a un grado di freddo molto intenso.

Saissy crede inoltre, che la marmotta abbia bisogno di un sotterraneo, come aveva già osservato Daubenton nel criceto.

Difatti due marmotte di Saissy non si sono mai addormentate in un soffitto, durante un'invernata, mentre i ricci, i moscardini e i pipistrelli, che si trovavano nello stesso locale, sono caduti tutti in profondo letargo.

« 2e Que le hérisson, la chauve-souris s'engourdissent dès que la température de l'atmosphère est à 6°, même à 7° au-dessus de la glace.

« 3e Que le lérot ne succombe à l'engourdissement que quand la température de l'atmosphère est à 4° ou 5° au-dessus de zéro.

« 4e Que l'assoupissement de la marmotte et du hérisson est plus profond que celui de la chauve-souris et surtout du lérot ».

Anche Mangili ha delle profondissime osservazioni, per quanto riguarda l'influenza della temperatura esterna sui letargici.

Mangili sostiene che non deve far meraviglia il trovarsi in letargo le sue marmotte a una temperatura di + 6°-8°, perchè tale è il grado ottimo per il letargo. Le marmotte si rintanano sempre in luoghi di medie

temperature, perchè altrimenti, dopo che gli animali letargici si sono svegliati, pel dolore che cagiona loro il freddo, non potendo talvolta trovarsi dei luoghi più riparati dal freddo stesso, sarebbero presi dal letargo mortifero e così dal dolore passerebbero alla gangrena e alla morte.

Secondo Mangili la temperatura delle tane delle marmotte è di + 8° + 9° R.

Una grotta visitata da Mangili, e dove si trovavano a centinaia i pipistrelli, presentava un temperatura di 9° e talvolta anche superiore. L'ambiente delle tane delle marmotte, secondo lui, dovrebbe essere all'incirca uguale a questa temperatura, pensando a quale profondità le scavano, e con quanta diligenza ne otturino per più braccia gli ingressi, per il fieno che serve loro di nido, per la *pinguedine* che tanto contribuisce anch'essa a ripararle dal freddo, per la neve che è del più grande beneficio, poichè impedisce, che il gelo penetri nel terreno, che le rinchiude.

Mangili dice che « il letargo conservatore ha bisogno di una discreta temperatura mentre il freddo notevolmente cresciuto induce negli animali letargici dolore, risveglio e quindi il bisogno di cercare luoghi riparati dal freddo ». Mangili vide nel 1799 pipistrelli erranti girare, quando la temperatura esterna era di — 11° R. — 12° R. Una volta vide un pipistrello, sicuramente uscito da una muraglia, con una temperatura di — 11° R. morire per l'eccessivo freddo sul davanzale della finestra.

Per quanto ancora riguarda l' influenza della temperatura ambiente sugli animali letargici, Mangili dice: « Pare quindi dimostrato che l' interna economia dei mammiferi soggetti a periodico letargo, come i ghiri, le marmotte, i pipistrelli ecc., ogni qualvolta vengono esposti ad un ambiente notabilmente più rigido di quello che loro si richiede per vivere in istato di letargo conservatore, sia suscettibile sino ad un certo punto di generare il calore necessario per produrre la veglia dell'animale, e quindi abilitarlo a cercarsi dei nidi più riparati dall'inclemenza della stagione per continuarvi la sua vita; e che ogni qual-

volta viene forzato a rimanere lungo tempo in un ambiente soverchiamente rigido, dopo aver opposto per un tratto di tempo più o meno lungo, secondo la natura dell'animale, alla temperatura deprimente tutte le forze che la natura gli ha compartite, valevoli a produrre il calore necessario alla conservazione della sua vita, queste forze restano alfine del tutto esaurite, quindi cessa nell'animale il principio vitale, e dopo si congela ».

Mangili volle studiare l' influenza di una temperatura più mite, ossia di + 7°,5 R., sopra il risveglio della marmotta per vedere se il freddo, in un animale letargico, quando segue per gradi lenti e appena sensibili, produce gli stessi effetti, come nel caso che il passaggio è brusco. Non vi era molta differenza fra la temperatura interna e la temperatura esterna.

La marmotta, messa fuori per due ore e mezza, non dette che i soliti languidissimi segni di vita. Alle ore 5 e mezza notò in essa un qualche raro segno di respirazione; il termometro discendeva man mano che si avvicinava la notte, finchè alle 6 giunse a 4°. In questo istante osservò la marmotta letargica fare dei movimenti convulsivi, che indicavano molestia e dolore. Si sdraiò bocconi quindi e cominciò a dare segni frequentissimi di respirazione viva. Questi movimenti andarono tanto aumentando, che sembrava piuttosto dormiente che letargica e verso le ore 7 aveva sedici respirazioni al minuto, mentre nello stato di vero letargo ne dava quindici ogni ora. Le respirazioni andarono mano mano aumentando, finchè alle 9 e mezza era perfettamente sveglia. Mangili conclude quindi che l'azione del freddo, ancorchè esercitata lentamente ed appena sensibilmente crescente, produce infine negli animali letargici molestia, dolore e quindi veglia.

Mangili studiò anche l' influenza di una temperatura molto fredda, fatta agire bruscamente su una marmotta letargica.

Mise la marmotta più grande da un ambiente a + 6° in un ambiente portato a — 7° per mezzo di un miscuglio frigorifero. Il brusco passaggio fece sì, che dopo mezz'ora la marmotta dava segni di molestia e di dolore, le respi-

razioni cominciarono ad aumentare sino a divenire affannose. Siccome la marmotta era in letargo profondissimo e l'ambiente in cui si trovava era molto rigido, così ci volle più tempo, perchè munita di quel grado di calore fosse divenuta vigile. Era perfettamente vigile verso le undici di sera, tentava di fuggire e di divincolarsi. Visitata più volte nel decorso della notte vide che l'unico suo studio era quello di ripararsi dal freddo. « Era essa tutta avvilita e tremante, teneva anche gli occhi quasi socchiusi, ma non per questo si addormentò giammai, contuttochè l'abbia lasciata esposta presso a poco al medesimo rigore di freddo sino alle nove della mattina seguente. Ritengo per altro che un freddo molto più intenso, e più a lungo continuato avrebbe infine dopo un certo tempo indotto il letargo mortifero, che viene seguito immancabilmente dalla marmotta, senza i soccorsi dell'umana industria portati a tempo ».

Per descrivere l'azione del freddo sui ricci soggiunge:

« Non progredii più volte nell'esperimento, persuaso che un ambiente notabilmente più freddo lo avrebbe in poco tempo risvegliato; come aveva più volte per l'addietro osservato nei moscardini, nei pipistrelli, nelle marmotte e nei ghiri, ogni qual volta immersi nel letargo conservatore li esponeva ad una temperatura soverchiamente rigida ».

Sottopose un riccio vigile al freddo, praticò una mistura frigorifera ed ottenne — 10° R., il riccio rimase per pochi minuti raggomitolato, poscia sollevò la testa e tentò di fuggire. La respirazione si fece più frequente ed affannosa e così si mantenne per un'ora. In seguito la respirazione si indebolì gradatamente, non tentò più di fuggire ed in meno di un'ora cessò di respirare; stimolato, dette ancora una respirazione. Tenuto per altri 20 secondi nel miscuglio lo trovò morto. « Non mi rimaneva alcun dubbio che il sonno prodotto da un eccessivo freddo passa ben presto al letargo mortifero ed alla morte », dopo un breve sonno.

Studiò anche l'influenza della temperatura esterna sul letargo dei pipistrelli.

La grotta dell' Entratico, dove prese questi pipistrelli,

aveva una temperatura all'interno di 9° R. mentre all'esterno era di 0°. Trasportò a Milano molti di questi pipistrelli, uno, tenuto all'esterno ad una temperatura — 2° R., al mattino lo trovò gelato, un altro, che nelle stesse condizioni sembrava preso da letargo mortifero, dopo alcune ore si riebbe. Riporto quasi testualmente questa osservazione:

Pose un pipistrello sotto una campana a — 1° (alle ore 10 e mezza) cominciò subito la respirazione affannosa: tentò di fuggire, era inquietissimo alle ore 12.

Ravvolse il suo corpicciolo: fece dei movimenti convulsivi colla testa, come di singhiozzo.

All'1 pom. cessarono tutti i movimenti, salvo quelli grandi e frequenti della respirazione.

Dall'1 alle 5 scemarono gradatamente più di forza che di numero.

Fra le 5 e le 6 erano appena sensibili e verso le 6 cessarono del tutto. Lo lasciò per qualche tempo in tale stato, che poteva chiamarsi letargo mortifero, lo portò in un ambiente più mite, ma tutto fu inutile, perchè dopo pochi minuti morì.

La stessa cosa osservò in un altro pipistrello esposto alla temperatura di — 2° R.

Un altro pipistrello, esposto ad un ambiente piuttosto rigido, cominciò ad aumentare il numero delle respirazioni a tal segno che si risvegliò completamente. Tentò di fuggire, ma inutilmente. Si assopirono tanto in lui le funzioni vitali, che dopo aver passato tutta la notte in quell'ambiente, al mattino seguente era morto.

Mangili si occupò anche di vedere la temperatura degli animali letargici rispetto alla temperatura esterna. Una marmotta, ad una temperatura esterna della camera di 6°,5 R., dopo uccisa segnava nell'addome 7°,5 R. Una marmotta poi, vigile da due mesi, decapitata, ad una temperatura esterna di 18° R., segnò una temperatura nell'addome di 29° R.

Un ghiro di Mangili andò in letargo ad una temperatura + 4° R.: la temperatura della stanza, che prima era assai mite, non lo fece cadere in letargo e ritiene che

la temperatura di + 4° R. sia l'optimum per il letargo nel ghiro.

Mangili, da un luogo freddo, trasportò il ghiro e il moscardino in luogo più caldo, in una stanza dove era un camino, con temperatura + 3° + 5° R. Il letargo continuò profondo, anzi dormirono più, ancorchè nella stanza di prima fosse divenuta la temperatura più dolce.

Secondo Reeve, la temperatura del riccio nell'estate è di 28°,5 R. e nell'inverno non si abbassa oltre gli 8° R.

Secondo Prunelle, ad una temperatura di 2°-3° R. non si trovano più i ricci nelle foreste ed escono fuori con i primi giorni della primavera ad una temperatura di 12°-13° R. Termometri messi nella bocca di un riccio vigile segnano 28° R. Prunelle fece un taglio in un muscolo del torace di un riccio in letargo; la temperatura di esso salì a 8° R., ad una temperatura atmosferica di 1° ¼ R.

Un riccio, messo in una tinozza di ghiaccio ad una temperatura di — 4° R., rimase vigile e sano, e mangiava. Un altro, portato ad una temperatura di — 12° R., non si addormentò, rimase per 12 ore alquanto meno desto e dopo 10 ore era morto.

Secondo Reeve la temperatura del moscardino in stato di veglia è di 30°,5 R., mentre in stato di letargo, mettendo un termometro nello stomaco, in tempi differenti era di 18° ¼ R. e 15°,5 R. e nelle parti superficiali di 3°,5 R. e di 1°,5 R.

I moscardini di Berthold passarono tutto l'inverno in una camera riscaldata, la cui temperatura non era minore di 8° R., la maggior parte delle volte da 12° a 14° R., talvolta 16° R. e pur tuttavia gli animali dormirono ininterrottamente. Ad una temperatura atmosferica di 2° R. gli animali ne presentarono una di 2°,5 R., ad una di 3° R. una di 8° R., ad una di 12° R. una di 12° R., una volta, ad 11° R. ne ebbe uno solo con 10° R., ad una di 10° R. una volta si ebbero 9°,75 R. ed un'altra volta di 10° R. Ad una temperatura esterna di 11°.5 R., una di 13° R.

Nel caso la temperatura esterna aumenti continuamente, la temperatura dell'animale non aumenta così repentinamente.

Secondo Berthold, la temperatura normale di un moscardino sveglio è di 23°,75 R. Nel caso la temperatura esterna sia andata al disotto di 0°, la temperatura dell'animale va al disotto dello 0° e questo muore. Diminuendo la temperatura esterna, diminuirebbe anche la temperatura dell'animale, ma però il fattore individuale vi ha una grande importanza.

Berger osservò due grossi moscardini dal 20 novembre 1820 al 5 febbraio 1821. Il massimo della temperatura dell'animale più forte fu in questo frattempo di 31°,11 R., il minimo di 29°,33 R., nel più debole il minimo fu di 30°,22 R. il massimo di 38°,44 R. Il grado minimo della temperatura esterna, nella quale si trovarono gli animali in questo tempo, fu al 21 dicembre e al 4 febbraio, di — 5° R., il massimo al 18 gennaio, di + 10° R. Questi animali non caddero in letargo, non rimasero sicuramente 60 ore senza bere, ma giare, o emettere urine e feci. Al 5 febbraio Berger sottopose gli animali ad una temperatura di — 8° 4/9 R. La temperatura dell'animale più forte diminuì sino a 17° 4/9 R., quella del più debole a 4° 1/9 R. Ambedue gli animali si riebbero di nuovo, però il più debole morì dopo che la punta della coda aveva preso l'aspetto, come se dovesse staccarsi, e con molta probabilità era congelata (autotomia). Il padiglione esterno dell'orecchio dell'animale più forte rimase per alcuni giorni molto rosso.

Berger uccise molti esemplari di *vesperugo noctula* e contemporaneamente mise subito il termometro nell'addome. In un animale trovò 33°,5 R., in uno 31° 5/9 R., in dodici altri fu 31° 5/9 R. e 22° 1/9 R., in un animale finalmente 17°,5 R.

Berger osservò due marmotte in novembre e dicembre, nei quali mesi la loro temperatura tre volte si abbassò a 0° (al 5 dicembre a — 2° R.) e non caddero in letargo. In gennaio ne ebbe anche una terza. Tutte tre rimasero anche in questo mese, in cui il termometro all'uscita del sole andò 25 volte al disotto di 0°, completamente vigili. Nei mesi di febbraio e marzo, gli animali caddero nel frattempo in letargo, che però non durò molti giorni consecutivi. Nello stato vigile la temperatura dell'esofago e del

retto era uguale, variò fra $30^{\circ}\,^{2}/_{3}$ e $28^{\circ}\,^{1}/_{9}$ R. il 17 febbraio ad una temperatura di 0° e di $6^{\circ}\,^{2}/_{3}$ R. Nello stato di letargo, al 10 febbraio e al 7 marzo, ad una temperatura esterna di — $0^{\circ}\,^{1}/_{9}$ e + 9° R., la temperatura dell'esofago variò fra $8^{\circ}\,^{2}/_{3}$ e $17^{\circ}\,^{3}/_{9}$ R., nell' intestino retto fra $7^{\circ}\,^{5}/_{9}$ e $17^{\circ}\,^{5}/_{9}$ R.

Secondo Prunelle la temperatura delle tane delle marmotte varia fra + 6° e + 7° R. Queste, in stato vigile, presentavano sempre una temperatura di 30° R. Mentre, in quelle in stato di letargo, trovò delle temperature molto differenti. In letargo profondo era di 4° e 9°,5 R. Ad una temperatura di + 15° R. la respirazione era manifesta, a 16° R. cominciavano a russare, a 17° R. cominciavano a muoversi ed a rotolarsi, a 20° R. cominciavano a camminare.

Una marmotta molto vigile, che ad una temperatura di + 8° R. fu chiusa in un vaso immerso in un bagno di ghiaccio e cloruro di calcio, nel primo quarto d'ora sembrò alquanto intontita, poi cominciò a scuotersi e a fremere, come sentisse molestia. Quando, dopo 10 ore, essa fu levata dal vaso, era molto debole e morì dopo due giorni. Una marmotta in stato di letargo, con una temperatura propria di 9° R., messa nello stesso vaso, come l'altra, dopo cinque quarti d'ora era completamente risvegliata, morì però dopo alcuni giorni. Una marmotta in letargo, con una temperatura propria di 5° R., che al 5 marzo fu posta sopra del fieno ad una temperatura di — 8° R., si ridestò completamente dopo $1\,^{1}/_{2}$ ora, morì però congelata nella prossima notte.

Hall studiò anche lui l' influenza della temperatura esterna sulla temperatura degli animali letargici e ottenne questi risultati:

Due Myoxus avellanarius in letargo.

1832. Febbraio 4: temperatura esterna 50° F.; 1 Myoxus in letargo 51° F.; l'altro sveglio 52° F.

Febbraio 5: temperatura esterna 49° F.; 1 Myoxus in letargo 49° F.; l'altro sveglio 87° F.

Febbraio 6: temperatura esterna 47° F.; 1 Myoxus 60° F. (semisveglio); l'altro 85° F. (sveglio).

Un pipistrello in letargo.

1832. Febbraio 4: temperatura esterna 50° 1/2 F.; temperatura dell' animale 82° F.

Febbraio 6: temperatura atmosferica 47° 1/2 F.; temperatura dell' animale 48° F.

Ad una temperatura dell' atmosfera di 49° F., due Myoxus presentavano 52° F.

Il giorno successivo ad una temperatura dell' atmosfera di 47° F., di due ricci l' uno aveva 92°, l' altro 94°.

Tre ore più tardi, mentre sembrava che due ricci fossero in sonno, l' uno aveva 60° F., l' altro 70° F.

Hall studiò specialmente l' influenza della temperatura atmosferica sulla temperatura del corpo del pipistrello, prendendo tutte le precauzioni perchè l' animale rimanesse quieto; la temperatura fu presa al disotto dell'epigastrio.

Hall una volta osservò che la temperatura dei letargici è di 3° inferiore a quella del mezzo ambiente, difatti in due pipistrelli, ad una temperatura esterna di 36° F., nello stomaco di questi trovò 39° F.

Riporto qui la tabella delle osservazioni fatte da Hall sul pipistrello:

Data	Ora	Temperatura dell' atmosfera (Gradi Fahrenheit) 0	Temperatura dell'animale (Gradi Fahrenheit) 0
Gennaio			
6	11 pom.	40	40.5
7	8 pom.	43	43
8	—	41	41.5
9	11 pom.	47	46
10	10 antim.	46	46
—	12. mezzanotte	47	47
11	10 pom.	45	45
12	11 pom.	45	45
13	11 pom.	37	37.5
14	11 antim.	37	37
	11 pom.	40	40
15	2 pom.	37	37
	11 pom.	35	35
16	11 pom.	37	37
17	11 pom.	42	42
18	11 antim.	40	40
19	10 pom.	36	36
20	11 pom.	39	39
21	11 pom.	40	40
22	11 pom.	44	44
23	10 antim.	42.5	42.5
	11 pom.	40.5	40.5
24	11 pom.	43.5	43.5
25	10 pom.	42	42
26	10 pom.	41	41
27	10 pom.	37	37
28	11 antim.	34.5	34.5
»	11 pom.	37	37
29	11 antim.	42	42
»	11 pom.	43	43
30	11 pom.	42	42
31	11 pom.	39.5	39.5

Secondo Czermack, la temperatura del ghiro allo stato normale è, nella cavità toracica e addominale, di 30°,5 R., nelle parti esterne di 29°,5 e 30° R., mentre invece durante il letargo la temperatura del corpo si innalza solo di pochi gradi al disopra della temperatura esterna.

Ad una temperatura esterna di 14°,75 R. il termometro segnò nelle vicinanze dell'addome 12° 1/8 R., nella gola 12° R., nella cavità toracica e addominale 12° 1/8 R. In un animale la temperatura si abbassò a 11°,5 R. con una temperatura esterna di 16°,75 R. Ad una temperatura al disotto di 0° gli animali conservarono alcuni gradi di calore. Difatti Czermack, ad una temperatura esterna di — 9° R., trovò nelle vicinanze dell'addome + 8° R. e nella cavità toracica + 9°,25 R.; in un altro animale, ad una temperatura esterna di — 4°,5 R., solo una temperatura addominale di + 5°,5 R. Nell'anno 1831 gli animali cominciarono ad andare in letargo ad una temperatura esterna di 12° R., si risvegliarono in primavera a — 9° R., ed alcuni animali, portati in un ambiente a 34° R., rimasero alcun tempo in stato di letargo, mentre altri, portati in un ambiente freddo a — 20 R., nell'estate rimasero vigili.

È assolutamente falso quanto sostiene Arnold, che cioè le marmotte cadano in letargo ad una temperatura di · 8° — 10° R. ed i ricci ed i pipistrelli ad una temperatura fra — 5° e — 6° R.

Barkow anche lui si occupò della temperatura propria degli animali letargici e dell' influenza che spiega su questi la temperatura esterna, facendo le sue ricerche nei criceti, ricci, ecc. e giunge a queste conclusioni:

« 1. Dass die Temperatur der wachenden Winterschläfer unter den Säugethieren der Temperatur der übrigen Säugethiere nicht nachsteht. Sie sind nicht kaltblütige Thiere, wie Buffon beauptet, sondern im wachenden Zustande warmblütig, wie Spallanzani bereits nachgewiesen hat, so gut wie die übrigen Säugethiere; ja es kommen unter ihnen gerade die Thiere vor, bei denen unter den Säugethieren die höchsten Wärmegrade beobachtet worden sind, nämlich *respertilio pipistrellus* (+ 32° 8/9 R.) und *respertilio noctula* (+ 33° 1/3 R.).

« 2. Während des Winterschlafes sinkt die Lebenswärme der Thiere, und die Winterschläfer unter den Säugethieren sind während dieser Zeit in der That kaltblütig. Die Temperatur dieser Thiere übertrifft während des Winterschlafes wenig die Lufttemperatur oder erscheint selbst etwas niedriger. Sie variirt zwischen + 17° als summum und 0° R. als minimum.

« 3. Die Lebenswärme hält mit dem Grade des Winterschlafes gleichen Schritt, sie steigt bei den niederen und sinkt bei den höheren Graden desselben.

« 4. Wenn auch die Lebenswärme während des Winterschlafes in einzelnen Fällen auf 0° ohne Nachtheil für das Leben sinken kann, bei strengem Winter und bei Thieren, die sich nicht tief verborgen haben, so kann man dies doch nicht als die Regel selbst für die Höhe des Winterschlafes ansehen, da die mehrsten Thiere in ihrem Winterlagen so geschützt liegen, dass sie gegen strenge Kälte gesichert sind und ihre Lebenswärme sich mehrere Grade über dem Gefrierpunkte hält.

« 5. Bei längere Zeit dauernder strengen Kälte erwachen die Thiere aus dem Winterschlafe, bleiben bei geringeren Kälte-Graden wachend, oder erstarren bei höheren, ohne in den Zustand des Winterschlafes zu verfallen: ihre Lebenswärme sinkt an einzelnen Theilen oder überhaupt unter 0°, sie erstarren von Kälte und gefrieren an einzelnen Stellen oder ganz und sterben. Das Gefrieren ist in keiner Thierklasse ein Attribut des Winterschlafes. Mangili unterschied desshalb schon den Winterschlaf (Letargo conservatore) von der Erstarrung von Kälte, die in höherem Grade zum Tode führt, und die er Lethargie mortelle (Letargo mortifero) nannte.

« 6. Obgleich alle diese Thiere gegen Kälte in höherem Grade empfindlich sind, so kommen doch in Beziehung auf den Grad der Empfindlichkeit sowohl specifische, als auch individuelle Verschiedenheiten vor.

« 7. Obgleich die Thiere ausserhalb des Winterschlafes zu den warmblütigen gehören, so zeigt die Lebenswärme doch bei verminderter allgemeiner Thätigkeit, wie wäh-

rend des gewöhnlichen Schlafes, bei Abmagerung oder sonstiger Krankheit, grosse Neigung zum Sinken ».

Brown-Séquard ha notato che i ghiri possono divenir torpidi ad una temperatura da 20 a 22° centigradi. Egli ne ha veduti letargici per una settimana intiera alla temperatura di 15 a 20° centigradi. Il riccio può essere torpido tra 20 e 22°, come potè osservarlo a Parigi. A Filadelfia egli osservò una marmotta torpida, in giugno, con una temperatura di 21,5 a 23° centigradi. Egli inoltre osserva che durante il tempo del suo torpore, il tanrec è sotto l'influenza di una temperatura da 15 a 22 o 23 gradi centigradi, raramente di più, e qualche volta meno: « donc ces animaux sont exposés à une température suffisamment basse pour les rendre torpides, puisque cette température peut produire la torpidité chez les animaux hivernants des pays froids ».

Cl. Bernard nelle sue opere nota come la temperatura di una marmotta letargica possa scendere anche a + 3°.

Valentin ha veduto delle marmotte cadere in letargo in giugno con una temperatura di 18°,4 e restare così durante tre giorni; si noti che alcuni giorni avanti, erano completamente risvegliate. Queste escono dal loro torpore con una temperatura di + 3° a + 5°, ma non possono ricadervi, se la temperatura è inferiore a + 6°.

Riporto sotto forma di tabella le osservazioni fatte da Valentin nelle sue marmotte, che si trovavano in differente stato di letargo:

Marmotta	Serie	Media della temperatura in gradi Celsius					Media della temperatura ambiente + ° Celsius	Numero della ricerca	Stato dell'animale
		Bocca °	Intestino °	Prepuzio °	Cavo ascellare °	Coscia °			
I	*a*	37.35 (2)	34.20 (2)	34.60 (1)	37.15 (2)	36.00 (2)	6.40 (2)	8 e 11	Sveglio.
I	*b*	35.55 (4)	30.60 (3)	31.77 (3)	34.60 (2)	33.80 (3)	5.67 (3)	6, 7, 9 e 17	Sveglio, ma molto tardo.
I	*c*	27.70 (2)	24.10 (2)	25.00 (1)	28.30 (1)	25.90 (1)	4.20 (1)	13	Risvegliato durante la ricerca.
I	*d*	27.20 (4)	14.12 (5)	15.60 (2)	..	..	5.90 (2)	5 e 20	In ebbrezza.
I	*e*	13.04 (9)	11.18 (6)	11.47 (6)	9.60 (1)	10.05 (2)	5.42 (6)	1, 2, 3, 4, 12 e 18	Leggermente in letargo.
I	*f*	11.02 (10)	8.48 (4)	8.88 (4)	10.13 (3)	8.70 (2)	3.90 (5)	10, 14, 15, 16 e 19	In forte letargo.
II	*g*	10.63 (3)	9.90 (3)	..	..	..	7.20 (2)	25 e 27	Letargo non tranquillo.
II	*h*	9.93 (3)	8.97 (3)	..	..	..	9.40 (3)	24, 26 e 28	Letargo tranquillo.
III, IV e V	*i*	9.03 (3)	8.47 (3)	.	..	..	4.47 (3)	29, 34 e 37	Letargo tranquillo.
VI	*k*	13.70 (5)	12.44 (5)	..	..	..	11.66 (5)	38, 39, 43, 44 e 45	Letargo leggiero.
VII	*l*	8.47 (3)	7.23 (3)	..	..	..	8.07	40, 41 e 42	Letargo tranquillo.

Differenza media fra la temperatura della bocca e dell'intestino in gradi Celsius (secondo Valentin).

Marmotta	Serie	Gradi	Stato dell' animale
I	*a*	3.15	Sveglio.
I	*b*	4.95	Sveglio ma tardo.
I	*c*	3.60	Risvegliato durante la ricerca.
I	*d*	13.08	Sveglio, ma in ebbrezza.
I	*e*	1.86	Letargo leggiero.
I	*f*	2.54	Letargo profondo.
II	*g*	0.73	Letargo non tranquillo.
II	*h*	0.96	Letargo tranquillo.
III, IV, V	*i*	0.56	Letargo tranquillo.
VI	*k*	1.26	Letargo leggiero.
VI	*l*	1.24	Letargo tranquillo.

Temperatura media in gradi Celsius (secondo Valentin).

Marmotta	Serie	Della parte anteriore del corpo 0	Della parte posteriore del corpo 0	Differenza fra le due 0	Stato dell' animale
I	*a*	37.25	34.93	2.32	Sveglio.
I	*b*	35.08	32.06	3.02	Sveglio, ma tardo.
I	*c*	28.00	25.00	3.00	Risvegl.° durante la ricerca.
I	*d*	27.20	14.86	12.34	Sveglio, ma in ebbrezza.
I	*e*	11.32	10.90	0.42	Leggiero letargo.
I	*f*	10.58	8.69	1.89	Letargo profondo.

Aumento medio della temperatura ad ogni atto respiratorio (secondo Valentin).

Marmotta	Della bocca 0 (Celsius)	Dell' intestino 0 (Celsius)	Osservazione N.
I	0.25	..	12
I	0.07	..	13
I	0.40	..	16
I	0.03	..	15
II	0.13	0.18	25

Temperatura del giaciglio e di alcune regioni anatomiche di marmotte sacrificate in stato di letargo (secondo Valentin).

	Temperatura in gradi Celsius	
	Marmotta prima 0	Marmotta seconda 0
Fieno nel quale l'animale era stato in letargo poco tempo avanti.	9.20	10.80
Cavità addominale	10.06	11.80
Cavità toracica	10.08	11.60
Cervello. Massa interna	10.10	11.40

Differenze di temperatura fra varie regioni anotomiche di marmotte sacrificate in stato di letargo (secondo Valentin).

Marmotta	Parte più calda	Parte più fredda	Differenza media in gradi Celsius 0
I	Cavo ascellare	Intestino	$^{1}/_{10}$
»	Cavo orale	Intestino	$^{1}/_{9}$
»	Orecchietta sinistra . .	Orecchietta destra. . .	$^{1}/_{12}$
II	Ventricolo sinistro. . .	Ventricolo destro . . .	$^{1}/_{4}$
»	Polmone sinistro . . .	Stomaco	$^{2}/_{7}$
»	Intestino	Cervello	$^{1}/_{5}$
»	Intestino	Polmone sinistro . . .	$^{1}/_{6}$
»	Intestino tenue	Cavo orale	$^{1}/_{4}$
»	Bocca	Cervello	$^{1}/_{6}$
»	Muscoli avambraccio. .	Muscoli gamba	$^{1}/_{9}$
	Muscoli avambraccio. .	Muscoli collo.	$^{1}/_{5}$
»	Glandola del letargo nel cavo ascellare . . .	Polmone destro. . . .	$^{1}/_{4}$–$^{1}/_{5}$

Queste sono le conclusioni, alle quali giunge Valentin, per quanto riguarda la temperatura nei letargici:

« 1. Das Gehirn wird während des Winterschlafes eben so stark abgekühlt, als die übrigen inneren Körpertheile. Das zweite Murmelthier lieferte sogar für dasselbe 0°,2 bis 0°,4 C. weniger, als die Brust und die Bauchhöhle. Die späteren thermoelectrischen Untersuchungen zeigten, dass es kälter als die Hohlräume der Mundhöhle und des Mastdarmes war. Seine Wärme übertraf nur um 0°,6 bis 0°,9 C. die der Luft des kalten Zimmers, in welchem das Thier geschlafen hatte (9°,2 und 10°,8 C.). Ein so abgekühltes

Gehirn erzeugt noch Zusammenziehungen der Muskeln der Vorder- oder der Hinterbeine, wenn man die tieferen Markmassen derselben durch das Einstossen des Thermometers verletzt.

« 2. Erwacht das Murmelthier, so strömt, wie wir in einer folgenden Abhandlung sehen werden, mehr Blut zu dem Gehirne und dem centralen Nervensysteme überhaupt. Die Zahl der Herzschläge und der Athemzüge nimmt fortwährend zu. Die Wärme steigt daher nicht bloss in dem Gehirne, sondern in allen Körpertheilen überhaupt, und zwar bis zu Werthen, die allen wachen Säugethieren zukommen. Die Zusammenziehung der Muskeln erfolgt rascher. Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Nervenerregung wird grösser. Alle Bewegungen und die damit zusammenhängenden Folgeerscheinungen gewinnen an Lebhaftigkeit. Die Intelligenz fehlt noch dem Thiere, wenn schon das Gehirn eine nicht unbedeutende Wärmeerhöhung darbietet. Das Pfeifen und Beissen nach Aufregungen fehlt noch, wenn selbst das schlaftrunkene Thier geraume Zeit auf den vier Beinen gestanden hat und selbst verhältnissmässig lange Strecken gegangen ist.

« 3. Da das Innere des rechten Vorhofes des ersten Murmelthieres kälter, als das des linken war, und sich dasselbe für die rechte und die linke Kammer der zweiten wiederholte, so werden wir schliessen, dass das hochrothe (kirschrothe) Schlagaderblut eine höhere Wärme, als das dunkelrote Venenblut besass. Der mit den seltenen Athemzügen Sauerstoff erhöhte daher die Wärme durch seine Verbrennungswirkungen mehr, als sie die geringe Kohlensäureausscheidung und besonders die Wasserverdunstung herabsetzte. Diese Folgerung ist um so sicherer, als das Herz noch lebhaft schlug und einzelne tiefe Athembewegungen von selbst eintraten, während jene Untersuchungen angestellt wurden.

« 4. Die höhere Wärme der Achselhöhle gegenüber der des Leistenbeuges, welche die unversehrten fest eingeschlafenen Murmelthiere zu liefern pflegen, stimmte mit der thermoelectrisch ermittelten Thatsache, dass die Muskeln des Oberarms wärmer, als die des Oberschenkels sind.

Dass z. B. der Mastdarm eine grössere Wärme, als die Lunge darbot, kann möglicher Weise davon herrühren, dass die Untersuchung erst zu einer Zeit vorgenommen wurde, zu welcher beide Theile durch die wärmere Umgebung ungleich erwärmt waren ».

Valentin consacra la sua ventiseesima memoria a ricerche complementari sul calore.

Dopo avere aperto delle marmotte in profondo letargo, egli immerse dei termometri graduati in quinti di grado nelle diverse parti del torace e dell'addome, e anche nel cervello. Questo è raffreddato così fortemente come il petto e le cavità del ventre durante il letargo, e non conserva a 10° o a 11°,5 la possibilità del risveglio. Egli ha trovato anche la temperatura di quest' organo un po' inferiore a quella della bocca e del retto.

Gli aghi termo-elettrici mostrano che il cavo dell'ascella è più caldo di quello dell' inguine.

Al momento del risveglio vi è un afflusso più grande di sangue al sistema nervoso centrale e le funzioni di questo ritornano normali solo ad una temperatura relativamente elevata (35° — 36°).

Valentin ha trovato che la temperatura dell'orecchietta destra era inferiore a quella dell' orecchietta sinistra, e quella del ventricolo destro inferiore a quella del ventricolo sinistro, da che egli conclude che il sangue arterioso rosso vivo è più caldo del sangue venoso rosso-oscuro. L'ossigeno introdotto con le rare inspirazioni elevava la temperatura per mezzo dei suoi effetti di combustione più che non l'abbassava la debole espulsione d'acido carbonico, e particolarmente l'evaporazione dell'acqua.

Questa conclusione, dice egli, è tanto più sicura, che il cuore batteva ancora vivamente e che alcuni profondi movimenti respiratorî erano sempre manifesti con qualunque esame si facesse.

Valentin ha esaminato anche l' influenza dell'elevazione artificiale del calore sui nervi e sui muscoli ed ha riconosciuto che la rigidità dei muscoli delle marmotte in letargo, separati dal corpo, si produceva ad una temperatura un po' inferiore a 50°. La sensibilità dei nervi della

coscia è distrutta ad una temperatura sensibilmente più elevata. Nel termine di due minuti di residenza nell'acqua a 58° la sensibilità del nervo sciatico esisteva ancora, ciò che stabilisce una differenza tra gli animali a sangue caldo letargici e gli animali a sangue freddo, tanto che le rane cadono in letargo ad una temperatura da 32° a 36°.

Serbelloni dice che Alibert prende l'effetto per la causa pretendendo che nel letargo i capillari destinati a portare il sangue al cervello sono occlusi; da ciò la produzione del letargo. In realtà, questi vasi son quasi vuoti nello stato di letargo. La temperatura degli animali letargici è sempre in ragione diretta del mezzo nel quale vivono, ma, in estate, essa si eleva di molto.

In luglio, egli ha trovato in una marmotta le temperature seguenti, quella esterna essendo di 22°, si aveva: bocca 37°,75, orecchio 36°, ascella 36°,50, cavo dell'inguine 36°,50, retto 36°,50, punto vicino al cuore 38°, cavità addominale vicina al fegato 38°. Queste costatazioni non lasciano vedere, infine, delle differenze notevoli con quelle fatte da Dulac e da Prunelle.

Il 15 novembre, la temperatura esterna essendo di + 8°, egli ha notato in un'altra marmotta bene svegliata, ma in cui l'appetito era diminuito: bocca 33°,20, orecchio 28°,80, retto 33°,80, ascella 27°,30, cavo inguinale 27°,30, vicino al cuore 34°,30, nel ventre vicino al fegato 34°,30.

Serbelloni s'è assicurato, che le marmotte potevano resistere ad un freddo molto vivo e restare sveglie. La difficoltà, da lui provata per farle cadere in letargo col freddo artificiale, anche turando l'orifizio dei recipienti che le contenevano, lo porta a credere che Daubenton ha ragione di dire che le marmotte non cadono in letargo nelle tane per i freddi più rigorosi, e combatte l'opinione di Blumenbach che il raffreddamento può uccidere i letargici durante il loro torpore.

Horvath fece delle diligentissime ricerche per vedere l'influenza della temperatura sul letargo degli spermofili.

Gli spermofili, i quali allo stato di veglia hanno una temperatura come gli altri mammiferi, che varia da 35°-37° (sino a 39°), durante l'inverno hanno una temperatura

molto più bassa della normale, spesso 20° al disotto ed anche più. Secondo le ricerche dei vecchi autori gli animali durante il letargo hanno la temperatura ambiente. Ciò non è assolutamente esatto, perchè la temperatura dello spermofilo in letargo raramente e per caso coincide con quella dell'ambiente. Così si esprime: « Nur selten und zufällig stimmte die Temperatur der schlafenden Ziesel mit der Umgebung genau überein ». Horvath ritiene che la temperatura dell'animale in letargo sia vicina a quella dell'ambiente, mai uguale. Una sola volta, fra tutte le migliaia delle sue ricerche, trovò la temperatura rettale di uno spermofilo = 2° con una temperatura esterna di + 2°. Come rarità riporta di aver osservato una volta in uno spermofilo una temperatura di — 2°. Una certa quantità di spermofili, trovandosi alla stessa temperatura e nelle stesse condizioni ambienti, ognuno dette una temperatura rettale differente. Ciò significa, che gli animali, durante il letargo, non si comportano rispetto alla temperatura come corpi morti, bensì hanno il potere di avere una propria temperatura e sino a un certo punto di poterla regolare. In quale misura e sotto quali rapporti gli animali durante il letargo posseggono un tale potere di regolazione, egli ritiene che ciò deve essere studiato più davvicino.

La temperatura più alta, che segnarono gli spermofili nel loro corpo, fu di 17°,15, e la più bassa osservata fu di + 2°. Forse potrà andare anche più bassa, ma ciò non si sa, perchè il letargo a bassa temperatura non è stato studiato.

Gli spermofili possono ancora rimanere in letargo ad una temperatura fra 17°-18°, mentre una temperatura superiore fa svegliare gli animali e non è capace di farli mandare in letargo. Non fu ricercata l'influenza sul letargo di una temperatura più bassa di + 1°. La temperatura ambiente, alla quale sembra che lo spermofilo stia meglio in letargo, sta fra 1° e 13°.

La differenza della temperatura nei varî animali durante il letargo si deve ascrivere a che questi animali, per evaporazione della loro superficie, si raffreddano, oppure fu ascritta ad una speciale proprietà degli animali letar-

gici. Può dipendere anche da che gli animali, durante il sonno, senza causa spiegabile, hanno una differente respirazione e mostrano anche un differente comportarsi del sangue nel loro corpo.

Gli animali nel letargo talvolta hanno una temperatura inferiore a quella dell'ambiente e ciò, secondo Horvath, dipende da che il corpo di un animale letargico, raffreddato dalla fredda temperatura ambiente, non può tenere dietro così presto al riscaldamento che produce la temperatura ambiente e perciò in un tale momento il letargico si mostra anche più freddo dell'ambiente.

Horvath fece delle ricerche per constatare questo suo asserto, mettendo un termometro alla distanza massima di un centimetro dall'animale letargico e così, per la durata di 12-15 ore, si notarono senza interruzione le variazioni di temperatura. Due ricerche, fatte in questa maniera, hanno dimostrato che la temperatura dell'animale in letargo tiene dietro alle variazioni della temperatura dell'ambiente, quantunque, questo tener dietro e rispettivamente questo pareggiarsi della temperatura del corpo con quella dell'ambiente, non proceda così presto.

Durante queste ricerche non è mai avvenuto che un animale fosse divenuto anche un decimo di grado più freddo della più bassa temperatura dell'aria ambiente, che fu osservata durante la ricerca. Con questo però non si esclude che in casi determinati, specialmente con una forte evaporazione della superficie del corpo, si possa notare una diminuzione della temperatura del corpo dell'animale al disotto della temperatura ambiente. Horvath volle cercare solamente una spiegazione alle osservazioni che si fanno spesso, nelle quali la temperatura dell'animale era sempre più bassa di quella dell'aria circostante.

Horvath volle vedere, come si comporta la temperatura durante la caduta in letargo, se questa subisce un rapido abbassamento, oppure un abbassamento piano piano, ma sopratutto, insomma, se si osserva qualche cosa di simile al rapido accrescimento della temperatura che si ha nel risveglio degli animali.

Ma le difficoltà sopraddette impedirono assolutamente

ad Horvath di seguire questo abbassamento di temperatura senza alcuna interruzione, specialmente fra 32° e 19°. È una cosa assolutamente impossibile mettere insieme i monchi risultati ottenuti su questi abbassamenti di temperatura e molto più poi farsi un concetto esatto dei fenomeni, che si osservano nello spermofilo che va in letargo, dalla grandezza e dal numero delle respirazioni, perchè, come si sa, le respirazioni variano di molto nello spermofilo e così anche la sua temperatura, sia in estate come in inverno.

Per non disturbare questi animali, mettendo il termometro nel retto, Horvath pensò di metterlo sulla pelle e più precisamente sul dorso, perchè una volta vide che questa temperatura, paragonata a quella del retto, era uguale. Questa invece mostrò che la distribuzione del calore in animali che vanno addormentandosi è del tutto differente, da quella che si ha negli stessi animali, quando si trovino in istato di veglia. Però anche con questo mezzo, di mettere cioè il termometro sulla superficie del corpo, Horvath ritiene che non si può arrivare ad ottenere la verità, perchè, gli animali che vanno cadendo in letargo, ad ogni minimo contatto con un corpo estraneo rimangono disturbati e si muovono, può essere però che gli animali coll'andare del tempo si abituino a questi toccamenti e non si abbiano più quei forti sbalzi.

Per quanto riguarda l'andare in letargo Horvath fa notare che la temperatura dell'animale, appena appena addormentato, in un caso si mantenne 2° al disotto della temperatura ambiente durante tutto il periodo dell'andata in letargo di questo animale.

Da questo caso noi dobbiamo conchiudere con Horvath che, durante l'addormentarsi degli animali letargici, sono in giuoco dei fattori che possono contemporaneamente raffreddare di molto il corpo di questi.

Horvath studiò, come da una bassa temperatura gli spermofili arrivino ad una alta durante il risveglio.

Esempio di risveglio spontaneo (secondo Horvaht).

Novembre 13 Spermofilo B Temperatura ambiente 13°,3.

Ore	Respirazioni al minuto	
7	10	L'animale giace sul lato destro ad occhi chiusi.
10	54	Inizio del risveglio, si ha una scossa nella parte anteriore del corpo.
10.1		Due scosse e l'animale fa un piccolo movimento. Più tardi lo spermofilo ad ogni minuto, ha una data scossa nella parte anteriore del corpo.
10.8		Tre scosse una dietro l'altra.
10.9	—	Con ogni atto respiratorio si muove sincronamente il naso e il mento. – Due scosse e l'animale fa un movimento con tutto il corpo.
10.11		Una scossa e tremolio degli arti anteriori liberi all'aria.
10.12		Una scossa nella parte anteriore del corpo ed un tremolio degli arti anteriori; una specie di scossa al di dietro degli orecchi.
10.13	—	Il tremolio negli arti anteriori non si fa continuamente ma con una certa pausa, ad ogni minuto si ha una forte scossa nella parte anteriore del corpo.
10.16	60	Il tremolio negli arti anteriori è divenuto quasi continuo.
10.23	54	
10.28	—	Temp. retto 14°,5. Si ha un tremolio periodico in tutto il corpo.
10.32	—	Temp. retto 15°. L'animale fa un movimento, al quale tiene dietro una scossa in tutto il corpo.
10.35	—	Seguitano le scosse e rimane sollevato per gli arti anteriori, mentre i posteriori giacciono ancora a terra.
10.50	—	Temp. retto 14°. L'animale sta sulle quattro zampe, ma però tentenna. Gli occhi sono chiusi.
11	—	Temp. retto 14°,5. Tremolio quasi continuo nel corpo.
11.10	—	Temp. retto 14°,7. Occhi chiusi, esiste sempre tremolio, però divenuto raro e periodico, mentre il tremolio dura otto secondi, i periodi di riposo ne durano cinque.
11.20	—	Temp. retto 15°. Il tremolio impedisce di vedere il numero delle respirazioni.
11.30	—	Temp. retto 16°,4. L'animale ha aperto l'occhio destro, tremolio continuo come prima.
11.40	—	Temp. retto 17°,5. Tremolio come prima.
11.45	—	L'animale ha aperto l'occhio sinistro.
11.50	—	Temp. retto 19°. Tremolio continuo.

Ore	Respirazioni al minuto	
12	—	Temp. retto 22°. Trema continuamente e batte i denti.
12.10	—	Temp. retto 24°,8. L'animale mangia carote, tremolio ancora più raro.
12.15	116	L'animale mangia carote e si gratta il muso con la zampa.
12.20	—	Temp. retto 29°.
12.30	—	Temp. retto 32°. Batte i denti e perde feci ed urina.

NB. Durante tutta la ricerca ed alla fine, la temperatura dell'ambiente, nel quale era lo spermofilo, non salì al disopra di 14°.

Horvath riporta anche un altro esempio:

Alla temperatura di 9°-10° fu trovato uno spermofilo in letargo ed aveva tre respirazioni al minuto.

Il 9 dicembre ad una temperatura ambiente di 9° lo spermofilo giaceva in profondo letargo. Si assiste ad un risveglio dell'animale mettendo il termometro nel retto alla profondità di 36 mm. e si osserva la temperatura.

Spermofilo A.

Ore-minuti	Temp. rettale C°			
8.15	8.4	Il termometro fu lasciato nell'animale.		
8.25	8.3		—	
8.35	8.3	19 respirazioni in un minuto.		
8.45	8.3	23	id.	id.
8.55	8.6			
9	—	50	id.	id.
9.10	9		—	
9.20	9.7	45	id.	id.
9.30	10.2		—	
9.40	10.6	40	id.	id.
9.53	11.5	L'animale si è messo a sedere sugli arti posteriori, ha cominciato a mangiare carote, ha aperto gli occhi.		
10	13.8			
10.10	15		—	
10.12			—	
10.20	21.2		—	
10.32-35	26		—	
10.40	--		—	
10.50	29		—	
11	32	L'animale fu posto nella gabbia.		

Temperatura ambiente alla fine dell'esperienza, alle ore 11, + 10° C.

Durante il risveglio l'animale non si muove molto, tanto è vero che si può lasciare il termometro nel retto. In tutti gli spermofili si ritrova questo rapido aumento della temperatura, che si svolge in questa maniera: durante la prima ora dopo il risveglio la temperatura aumenta di circa due gradi, nella seconda aumenta di cinque gradi, ma nella mezz'ora susseguente di ben 15°. Il rapido aumento della temperatura si ha quando nel retto troviamo 15°-17°, molto spesso da 17°, nello spazio di mezz'ora, passa a 32°.

Se si prende uno spermofilo per la coda e si tira in alto, aumenta subito il numero delle respirazioni; se si seguita questa manovra per un lungo tempo (5-10 minuti), l'animale seguita continuamente a respirare sempre di più e si giunge finalmente ad un momento, che l'animale dormiente si risveglia artificialmente. Questi risvegli artificiali Horvath li fece per vedere, se l'aumento della temperatura dell'animale, artificialmente risvegliato, si faceva lo stesso, come nell'animale che si risvegliava spontaneamente.

Nello spermofilo, sia che si risvegliasse spontaneamente, oppure artificialmente, si ebbe sempre la stessa grande elevazione di temperatura. Riguardo a questo aumento di temperatura noi dobbiamo distinguere varî periodi:

1° Nella prima ora dopo l' inizio del risveglio, la temperatura aumentò di circa 2°, durante la seconda ora di 5° e nella mezz'ora susseguente di circa 15°.

2° Il rapido aumento della temperatura si iniziò quasi sempre dopo che la temperatura nel retto dell'animale raggiunse la cifra di 15°-17°, allora la temperatura dell'animale spesso in 40 minuti salì da 17° a 42°.

Quanto sopra è stato detto, si osservò sempre ad una temperatura esterna che non sorpassò mai i 20°, può essere però che, ad una temperatura di 40°-50°, le cose si comportassero un po' differentemente.

Horvath ritiene che gli animali giacciono e seggono come normalmente per tutto il periodo del risveglio e si può lasciare il termometro nel retto dell'animale, senza che questo si rompa.

Questo rapido aumento della temperatura, soggiunge

Horvath, non si vede che in questi animali. Nell'uomo, solo dopo alcune ore, si può avere un aumento di temperatura di 2-3 gradi durante un processo febbrile.

Questa maniera di comportarsi della temperatura fu notata in uno spermofilo che era stato sottoposto ad una temperatura esterna di — 2°.

Gli animali letargici hanno a disposizione dei mezzi poderosi per innalzare la temperatura del proprio corpo. Un mammifero qualunque stricnizzato, sottoposto alla respirazione artificiale e ricoperto molto bene, con una temperatura iniziale di 38° (cane), dopo 25 minuti aveva raggiunto la temperatura di 42°, ossia in questo tempo era aumentata appena di quattro gradi. Mentre invece lo spermofilo rapidamente si riscaldò ad una temperatura da 17° a 32°. Forse si potrà pensare che un innalzamento al disopra di 38° sia molto più difficile che un innalzamento da 17° a 32°, però si deve anche notare, che quando un coniglio è stato portato al disotto di + 20° e messo poi in un ambiente a + 20°, anche coll'aiuto della respirazione artificiale non si riscalda assolutamente.

In ultimo dobbiamo pensare poi anche alla febbre: per raggiungere un aumento di 2° o 3° al disopra del normale occorrono molte ore.

Il meraviglioso nello spermofilo si è che può riscaldarsi rapidamente (di 15° in 40 minuti) e ciò è un fatto assolutamente costante in questo animale e non è una cosa straordinaria; questa temperatura non viene prodotta dall'esterno ma dall'animale in sè stesso, perchè la temperatura ambiente rimane sempre a dieci gradi e qualche volta anche al disotto.

Si vede dunque che il riscaldamento degli animali, con mezzi artificiali, rimane sempre indietro al mezzo di riscaldamento che dispone l'animale in letargo, mentre si risveglia.

A prima vista sembra che il rapido aumento della temperatura nell'animale, che si va risvegliando, sia qualche cosa di speciale, ma guardando da vicino si vede che le nostre spiegazioni vanno d'accordo con le leggi che governano il calore animale.

Il rapido aumento nella temperatura dei letargici non dipende dalla temperatura esterna, la quale si è conservata sempre fra 10°-15° e non può prendere quindi parte ad un aumento della temperatura dell'animale da 17° a 32°. Il rapido aumento di temperatura farebbe riscontro sempre a un grande consumo e combustione di O_2.

Però gli spermofili, durante il rapido aumento della temperatura, hanno un numero di respirazioni minori, di quando sono svegli. Ciò farebbe credere che, durante il periodo del grande riscaldamento, gli animali consumano meno O_2 che nello stato naturale di veglia (per mezzo dei muscoli respiratori e quindi dell'O_2 che potrebbe passare pei polmoni). Esclusa quindi la maggiore introduzione di O_2 per i polmoni, qualcuno potrebbe credere che gli animali letargici, durante il loro periodo di letargo, prendono poco O_2 dall'aria, perchè lo hanno già fissato nei tessuti del proprio organismo. Quindi il rapido riscaldamento nel risveglio si farebbe a carico di questo supposto O_2, che si troverebbe fissato in questi tessuti. Contro questa supposizione parla il fatto che al risveglio precede sempre un lungo letargo, nel quale le respirazioni sono molto lente e quindi l'accumulo di O_2 è molto piccolo.

La produzione del calore e la manutenzione di quello esistente nei mammiferi si ascriveva sinora alle contrazioni muscolari e al consumo di O_2. Il rapido riscaldamento dello spermofilo nel risveglio viene ad essere spiegato difficilmente, perchè mancano, secondo Horvath, le contrazioni muscolari e il consumo di O_2.

Forse una spiegazione potrà darcela lo scambio respiratorio (emissione di CO_2 ed H_2O) nello stato di letargo e nello stato di veglia e quindi anche durante il rapido aumento della temperatura.

Una cosa meravigliosa nel risveglio di questi animali si è che mancano due fattori: le contrazioni muscolari e la respirazione rafforzata, alle quali spesso noi riportiamo le cause del riscaldamento. Non si pensi che ciò dipenda da un accumulo di O_2 nel sangue, perchè nel letargo la respirazione è molto debole e quindi pochissimo è l'O_2, che può essere introdotto nell'organismo. Quindi l'O_2 si deve

assolutamente escludere, come causa di aumento nel calore. Horvath pensò di basare le sue osservazioni sopra lo scambio respiratorio di questi animali.

Uno spermofilo di gr. 153 ¹/₄ ad una temperatura di + 9° della camera ha emesso in un'ora gm. 0,015 di CO_2 e gm. 0,014 di H_2O, secondo Horvath.

Lo stesso spermofilo, due giorni più tardi, quando era sveglio, ad una temperatura della camera di + 13°,5, ha emesso in un'ora gm. 0,513 di CO_2 e gm. 0,098 di H_2O.

In altre analisi la differenza del CO_2 in uno stato di risveglio dal letargo è anche più grande, quasi il doppio che nell'esempio riportato. Disgraziatamente Horvath non potette fare di queste ricerche sul CO_2 e sull'H_2O, mentre l'animale si andava risvegliando. Se è vera l'ipotesi di Spallanzani, che nel letargo la quantità di CO_2 brucia a differenti temperature, si vede che altre esperienze sono necessarie.

Lo spermofilo durante il riscaldamento non era ugualmente caldo in tutte le sue parti. Ad una temperatura di 10° in uno spermofilo in risveglio notò, con la mano, che il capo era più caldo delle altre parti del corpo. Il termometro riscontrò giusta quest'osservazione. Vide che questa differenza di temperatura nelle due parti del corpo non si aveva in animali, che si andavano risvegliando ad una temperatura di 20°. Questa differenza di temperatura nella parte anteriore e posteriore del corpo ci dimostra, che la suddivisione del calore, in un animale che si risveglia, non è eguale in tutto il corpo e ciò forse dipende da un differente distribuirsi del sangue alle varie parti dell'animale. Come avvenga ciò è inspiegabile, secondo Horvath, perchè nel letargo l'animale ha sempre una temperatura tutta uguale: forse dipenderà, secondo Horvath, da una interruzione nella comunicazione dei vasi. Si deve forse ritenere anche che, sino ad una temperatura di 17°, la parte posteriore dell'animale non viene ad essere irrorata dal sangue, raggiunti i 17°, immediatamente viene irrorata e si ha quel forte riscaldamento.

Nel caso questa ipotesi del sequestro del sangue non fosse vera, bisognerebbe ricorrere ad altre spiegazioni al-

l'infuori delle fonti sinora conosciute sopra il calore animale.

Influenza di varie temperature sugli animali in letargo. — Si riteneva che il freddo fosse la causa principale del sonno letargico e che il letargo fosse nient'altro che una conseguenza del freddo. Perciò molti ricercatori credettero possibile di far cadere in letargo gli animali letargici durante l'estate, mettendoli in un ambiente freddo. Si credeva talmente ad una tale possibilità di un letargo artificiale, che di quando in quando si tentò di fare una simile ricerca, in parte colla speranza di produrre un letargo col freddo e in parte per stabilire l'influenza del freddo sugli animali letargici. Horvath studiò nell'estate l'influenza del freddo sullo spermofilo, messo ad una temperatura di + 3° in un recipiente ghiacciato, uno spermofilo posto in questo ambiente, al terzo giorno fu trovato morto; un altro spermofilo, messo in acqua fredda, non cadde assolutamente in letargo.

Horvath quindi non studiò l'influenza che il freddo poteva avere per produrre il letargo, bensì studiò solamente l'influenza, che il freddo spiegava sugli animali letargici. Mangili fu il primo a distinguere il letargo degli animali nell'inverno in due classi bene distinte: di letargo conservatore e di letargo mortifero. Quantunque Mangili consigli di dividere nettamente i due stati, pur tuttavia non si capisce, come si possano dividere nettamente fra di loro. Horvath si sforza a dimostrare quando e come, per l'influenza della temperatura, si passi allo stato di letargo mortifero.

Per l'immobilità dell'animale ghiacciato e la sua somiglianza con un animale morto, il ritenerlo come un sintomo del letargo mortifero non è cosa giusta, perchè da un lato animali artificialmente raffreddati e dall'altro lato animali letargici, anche ad una temperatura di + 19°, rimanevano spesso così immobili e simili ad un animale morto, che realmente si ritenevano animali morti, mentre non lo erano. Horvath non capisce questa parola di Mangili *letargo mortifero*, però è una parola che fu accettata da tutti i ricercatori che seguirono il Mangili ed anche da Marshall Hall ed è indubbiamente bene appropriata.

Molti autori, che trovano un insetto sotto una pianta nell'inverno, lo ritengono letargico, oppure irrigidito dal freddo. Spesso quindi furono scambiate di significato le parole e le idee di letargo conservatore e di letargo mortifero. Sino ad oggi non possediamo alcun mezzo anatomico o fisiologico che ci possa far distinguere un animale letargico da uno non letargico. Il raffreddamento degli animali, crede Horvath, che sia un mezzo molto buono per notare questa distinzione fra animali letargici e animali non letargici. Volle vedere, se i mammiferi letargici, rispetto al raffreddamento, si comportarono come i mammiferi non letargici. Horvath mise i suoi letargici, con tutto il corpo sino al collo, in un miscuglio di ghiaccio e acqua. L'animale si poteva muovere nel recipiente, in cui era stato messo e, per prendere la temperatura del suo corpo, fu tolto dal vaso.

Il raffreddamento artificiale ha mostrato che i letargici si comportano, rispetto al freddo, in una maniera tutta differente dai non letargici. Il raffreddamento ci dà quindi un mezzo di riconoscere un animale letargico da uno non letargico, anche in un periodo all' infuori del letargo. Le ricerche di Horvath dimostrano che i letargici (spermofili, ricci e criceti) possono sopportare con molta facilità spesse volte un raffreddamento del loro corpo a $+ 4^{\circ}$ e spesso anche ad una temperatura più bassa ($+ 1^{\circ}.2$) e questi animali possono ritornare allo stato di veglia, anche senza il soccorso della respirazione artificiale e del riscaldamento. Il raffreddamento non sembra che porti dei danni gravi a questi animali, perchè, due giorni dopo un raffreddamento artificiale, questi spermofili caddero in letargo.

Il raffreddamento dei letargici fatto con aria fredda porta Horvath a vedere che un animale (spermofilo, p. 222) può andare anche al disotto della temperatura della congelazione dell'acqua (a $- 0.2^{\circ}$) e non morire. Forse potranno questi animali resistere al raffreddamento?

Così Horvath giunge alla conclusione sull' influenza che spiega il freddo negli animali letargici:

« Da die meisten Eigenschaften der Thiere in engem causalem Zusammenhange mit einander stehen, so liegt

der Gedanke nahe, dass, wenn die Winterschläfer eine so starke Abkühlung ihres Körpers zulassen, diese Erscheinung so wie deren ursachliche Bedingungen mit denen des Winterschlafes eng verbunden sind ».

Secondo Quincke la temperatura della marmotta è sempre di 2°-4° C. superiore a quella dell'ambiente. La differenza è tanto minore, di quanto più lungo e profondo è il letargo; in genere però questa differenza fra temperatura ambiente e temperatura della marmotta in letargo è tanto più piccola, di quanto è più bassa la temperatura ambiente. La temperatura la prendeva con il termometro al retto (quasi 5 cm. profondo) e in gola (6-8 cm. profondo). La differenza è minima, di quanto più il letargo è omogeneo, ossia che l'animale si trova a temperatura quasi uguale a quella dell'ambiente: questa condizione si ritrova la maggior parte delle volte a basse temperature (ma ciò però non è necessario).

La differenza può andare da 0°.1 a 0°.2 al disopra e anche al disotto di 0°: comunemente però è di 1° ed anche di 2° e passa, nel risveglio dell'animale, sino a 12° oppure anche di più: nella caduta in letargo la differenza sembra essere più piccola.

Per la marmotta trovò l'ottimo per il letargo fra 4°-12° C. (in media 7° C.).

Quincke vide che l'animale, che è in letargo, ha lo stesso grado di temperatura in tutte le parti del corpo come nella gola e nei tessuti vicini: nell'animale sveglio o vicino a svegliarsi invece deve avvenire un abbassamento nella temperatura della retrobocca a causa della corrente respiratoria (sembra però, dalle misure fatte, che questa differenza non sia molto grande).

Quincke, avendo avuta l'opportunità di seguire col termometro una marmotta che andava addormentandosi, vide che la temperatura per molti giorni si andava abbassando a 33, 32, 31° C., ciò può essere interrotto da qualche aumento passeggiero, e quindi ha luogo l'abbassamento sino ad 8-10° in 24-48 ore. Marmotte che rimasero deste per un lungo periodo di tempo nella primavera, nel qual caso anche il fatto dell' inanizione poteva avere una certa in-

fluenza, come anche marmotte, che erano sveglie in novembre e dicembre e mangiavano qualche cosa soltanto, spesso mostravano delle temperature basse di 34-36° C. Sembra che questo sbalzo di temperatura, abbastanza grande nelle marmotte anche sveglie, sia una caratteristica di questi animali, perchè il Valentin dice di avere osservato anche 40-41° C.

Quincke, in una marmotta, che era rimasta l' estate sulle Alpi e che solo nell' inverno potè stare a sua disposizione, osservò che la temperatura non si abbassava al disotto di 13°.9. Naturalmente fa osservare, che temperature più basse si osservano in marmotte, che sono state catturate nell' estate e che quindi per il poco mangiare hanno anche poca riserva di grasso. Inoltre in queste marmotte, anche quando si risvegliano nell' inverno, le temperature sono molto più basse.

Quincke vide che una marmotta in letargo (ricerca II *b*) può mantenere la sua temperatura, per la durata di sei ore, al disotto della temperatura ambiente.

Ore e minuti	Temperatura del retto	Temperatura della bocca
0.00	7.8	8.0
1.10	9.3	9.5
2.10	10.7	11.1
4.45	12.2	12.5
6.15	12.6	12.9

L'animale fu portato da un ambiente di 5° C. in una camera a 14° C.

Un' altra marmotta, posta nelle stesse condizioni, si riscaldò quasi sino al normale nello spazio di cinque ore.

Ore e minuti	Temperatura del retto	Temperatura della bocca
0.00	7.8	7.9
1.00	8.4	11.0
2.20	12.2	13.7
4.30	17.0	25.3

Quincke osserva inoltre che teleologicamente sembra dimostrato essere più rispondente allo scopo, che la testa e quindi il cervello dell' animale prima di tutti ritornino alla temperatura e alla funzione normale. L' autore vide in due marmotte, col cranio aperto, che la temperatura del cervello era quasi uguale a quella della bocca: in una, bocca 10°.8 cervello 11°.1, in altra, bocca 19°, cervello 18°.5. Naturalmente, a temperature più elevate, quella del cervello sarà sicuramente più grande. La ricerca V ci dimostra che nel riscaldamento, quattro ore dopo l' inizio della ricerca, si osservavano queste temperature: retto 12°, ilo del fegato 26°, bocca 32°. L' ilo del fegato, che sicuramente appartiene a delle parti più calde del corpo, era 14° più caldo del retto, però 6° più freddo del cervello.

Queste ricerche confermano anche le differenze, che si notano negli animali a sangue caldo, dove naturalmente sono più piccole, data la grande frequenza della circolazione, che si ha in questi.

Marès studiò la temperatura, che presenta uno spermofilo nel risveglio. Lo stato di risveglio offre un fenomeno straordinario, che impressionò per il primo Horvath, ossia il riscaldamento rapidissimo del corpo dell' animale. Ecco un esempio di risveglio di uno spermofilo dallo stato di letargo riportato da Marès.

Tempo Ore e minuti	Temperatura dell' aria 13° C.	
	Temperatura (gradi Celsius) Esofago	Temperatura (gradi Celsius) Retto
9.30	15.7	15.5
9.35	15.8	15.5
9.36	16.0	15.6
9.37	16.2	15.6
9.38	16.8	15.6
9.39	17.1	15.6
9.40	17.5	15.6
9.41	17.7	15.6
9.42	18.2	15.6
9.43	18.7	15.65
9.45	18.9	15.7
9.47	19.2	15.8
9.48	20.4	15.85
9.50	21.3	16.0
9.52	22.3	16.3
9.54	22.3	16.5
9.58	23.3	17.1

Durante il risveglio l' animale trema e si agita, come se avesse freddo; le pulsazioni cardiache e i movimenti respiratorî si accelerano considerevolmente.

Questo caratteristico quadro del risveglio si osserva in tutti i letargici che io ho avuto occasione di osservare per lunghi periodi di tempo: tali sono la marmotta, il moscardino, il riccio e il pipistrello. Ogni risveglio, spontaneo o artificiale, dal letargo è dunque accompagnato costantemente in questi animali da tremiti più o meno

forti e prolungati di tutto il corpo (in primo tempo specialmente della parte anteriore). Contemporaneamente anche il ritmo respiratorio diventa molto più frequente e questo stato perdura sino a che questi letargici non hanno raggiunto la loro temperatura normale.

Dubois osserva che la temperatura della marmotta si eleva in media in estate a 37°.5 e, durante la veglia nell'inverno, non sorpassa mai 36°.5; nello stato di profondo torpore può abbassarsi sino a 4°.6 nel retto. La marmotta, nell'inverno, non arriva mai ad avere che una sola volta al mese una temperatura vicina a quella che ha nell'estate. Durante il letargo la temperatura interna si può abbassare solo di qualche decimo di grado al disopra della temperatura ambiente. Riporto alcune osservazioni fatte da R. Dubois.

18 febbraio 1895:

Temperatura ambiente + 4°.

Si osservi in questa esperienza, che l'animale giovane ha risentito di più l'influenza della temperatura ambiente. La legge di Richet avrebbe una riconferma anche negli animali letargici in letargo.

Marmotta piccola – Temp. rettale	gradi	4.6	4.6	4.8	4.8	
Id. id. boccale		4.6	4.6	4.9	4.8	
Id. grossa – Temp. rettale		7.2	5.8	6.6	6	7.6
Id. id. boccale	»	7.6	6.8	7	6.2	8

Durante il risveglio si vedono svolgere successivamente nel termometro tutte le fasi di questo e ciascuna di queste fasi si può caratterizzare con gradi determinati.

Dubois dà questa tabella caratteristica:

Al di sotto di 10° — Letargo.
Da 10° a 15° — Sonno profondo – Principio del risveglio.
Da 15° a 25° — Sonno leggiero – Mezzo risveglio.
Da 25° a 30° — Ebbrezza.
Da 30° a 35° — Risveglio completo – Fine del risveglio.
Da 35° a 37°.5 — Stato di veglia.

Nello stato di torpore vi sono delle piccole oscillazioni nella temperatura, che sono quotidiane e biquotidiane e che sembra non siano in rapporto con l'ambiente esterno.

Nella marmotta, secondo Dubois, non si constata mai

ipertermia, ossia una temperatura interna superiore a 38°, anche dopo le più gravi operazioni.

Durante il riscaldamento automatico del risveglio, la curva delle temperature ha la forma di una S allungata (si ritrova ovunque, qualunque sia la causa del risveglio), come quella dell'irradiamento, perchè la temperatura si eleva molto di più nel periodo medio. Questa temperatura può servire di indicazione per la quantità di calore, prodotta durante il risveglio. La temperatura centrale si eleva di 30° in 30 ore. Occorre un tempo cinque volte maggiore, perchè la temperatura si abbassi della medesima quantità. Contemporaneamente la respirazione si accelera un poco, sino a che sono stati raggiunti i 27° ed il cuore pulsa più frequente sino ai 33°, per avere poi un grande rallentamento, quando la temperatura continua a salire.

Talvolta si osservano dei falsi risvegli e dei raffreddamenti parziali accompagnati da elevazioni da 10°, 20° fino a 40° od abbassamenti della temperatura, di qualche grado solamente, da 36° a 25° e 20° e poi si eleva di nuovo. Ma ciò si vede solo in quegli animali, che sono stati molto malmenati per le operazioni, che eventualmente hanno dovuto subire.

Tutte le cause modificatrici del letargo portano anche ad una modificazione della temperatura dell'animale. I fenomeni di letargo, risveglio, veglia sono intimamente legati a quelli della calorificazione, che l'accompagnano.

Sono le oscillazioni termiche quotidiane dell'estate, che si trasformano progressivamente in grandi oscillazioni invernali. Il riscaldamento automatico sovente non comincia, che dopo molti istanti che la causa eccitatrice del risveglio è stata soppressa.

Dubois ha seguito il fenomeno del risveglio, facendo delle esperienze e prendendo la temperatura nelle varie parti del corpo delle marmotte, ed ha visto che la temperatura della metà anteriore del corpo si eleva prima e più presto di quella della metà posteriore.

Col termometro si può constatare la topografia calorifica; si vede difatti, che l'esofago si riscalda più che il fegato e questo più che i muscoli: esiste fra l'organo epa-

tico e le parti contigue della massa addominale più di 10° di differenza termica.

Dubois si è servito anche degli aghi termo-elettrici per studiare la topografia della temperatura ed ha mostrato, che nella marmotta in letargo le temperature locali vanno decrescendo nell' ordine seguente: cuore, fegato, polmoni, muscoli della coscia. Queste ricerche hanno inoltre dimostrato, che nei diversi tempi del riscaldamento la temperatura del muscolo pettorale è più elevata di quella dei muscoli del dorso e del fegato stesso; ciò dipende, secondo me, dal tremito che ha la marmotta durante il periodo del riscaldamento. I muscoli della coscia e i masseteri hanno sempre una temperatura inferiore a quella delle altre regioni; perciò, a partire dal secondo periodo del riscaldamento, il massetere è animato da tremiti muscolari, che prendono talvolta la forma delle vere scosse (*frisson* degli autori francesi) e durante il letargo tutti i muscoli conservano la loro tonicità, la quale è anche esagerata. Il riscaldamento comincia nel fegato e si completa principalmente per l' attività del cuore e dei muscoli respiratori, il cui funzionamento aumenta di molto durante il risveglio e la veglia.

Dubois riporta una tabella di osservazioni termometriche fatte da lui sopra una marmotta per vedere le variazioni di temperatura di varie parti del corpo.

Retto (gradi Celsius	13.8	Bocca gradi Celsius	27.4
. . . . .	18.2	. . . . .	29.2
»	7.8	»	9
. . . . .	9.6	. . . . .	15
. . . . .	24	. . . .	30.4
. . . . .	30	. . . . .	33
. . . . .	20	»	27.4

Dubois fa anche delle importanti osservazioni sulle cause esterne modificatrici della temperatura dei mammiferi letargici.

Per quanto riguarda l' azione del freddo nella marmotta, questo ha due effetti assolutamente opposti: una tempera-

tura vicina a 10° la raffredda e la fa cadere in letargo, mentre un abbassamento, verso 0°, la risveglia.

Il freddo negli altri animali, quando è molto vivo, può eccitare molto fortemente i nervi sensibili della pelle, provocare la scomparsa rapida del glicogeno, con acceleramento dei movimenti respiratorî, aumento dell'assorbimento dell'ossigeno e della eliminazione del CO_2. Però non sempre è così, perchè, dalle esperienze di Sanson (*Journ. Anat. et Phys.*, mars 1876) fatte sugli erbivori in condizioni normali, apparisce manifesto che la respirazione elimina tanto meno acido carbonico di quanto più bassa è la temperatura e ciò abbiamo visto nel capitolo IX, dove è stato trattato del chimismo respiratorio nel letargo.

Dubois ha osservato e studiato il riscaldamento di una marmotta giovane, messa in una ghiacciaia a 0°. Secondo anche questo autore è nella metà anteriore del corpo che si ritrova il focolare di riscaldamento, e nella marmotta giovane si sono constatati fino a 19° di differenza tra la temperatura della bocca e quella dell'addome. La marmotta all'inizio pesava 635 gr., alla fine del riscaldamento 632, aveva perduto quindi solo 3 gr. nel riscaldarsi. La respirazione si è comportata come in un risveglio normale. Più interessante è stato il caso del riscaldamento in una marmotta adulta, del peso di chilogrammi 3, messa in una ghiacciaia, quindi ad una temperatura vicina a 0°.

Ecco le temperature locali, successivamente presentate da questo animale, durante il risveglio:

Temperatura boccale (Gradi Celsius)	
7°.4	Movimenti respiratorî impercettibili;
7°.6	Piccoli movimenti delle membra;
7°.3	Respirazione ampia accompagnata da movimenti dei membri anteriori, membri posteriori assolutamente immobili;
11°	Tremiti e oscillazioni della testa;
11°.2	Oscillazioni della testa, animale calmo;
18°	Animale ravvolto a palla, oscillazioni in tutte le parti anteriori del corpo;
20°.1	Tremiti e brividi muscolari;
23°	Tremito, ma nella parte anteriore solamente;
30°	L'animale si erige sulle sue zampe;
33°	È calmo.

Nella marmotta il riscaldamento è di tanto più brusco, di quanto il raffreddamento è stato più profondo, come ha bene stabilito Dubois ed anche altri osservatori prima di lui.

La curva del riscaldamento è sempre uguale in tutti gli animali letargici (riccio, marmotta, spermofilo), qualunque sia stata la causa primitiva del raffreddamento. È sempre la forma ad S della curva termica dell'animale, che si ritrova. Ad una marmotta occorre lo stesso periodo di tempo per riscaldarsi, qualunque sia la sua temperatura iniziale (8°.8 ovvero 15°): occorrono sempre 3 ore e 45'.

La curva di raffreddamento segue poi sempre la stessa linea nei varî animali.

Un freddo intenso ha sempre per effetto di risvegliare una marmotta, cosa che era stata già notata dagli altri autori, come abbiamo visto, sino dai tempi più antichi.

Dubois ha inoltre osservato che le marmotte sopportano per un lungo tempo, rimanendo sveglie, perfino un freddo di 0°.

Le marmotte possono essere raffreddate con dei miscugli frigoriferi ed allora si presentano due casi:

a) Il miscuglio è troppo freddo: la marmotta, dopo aver lottato accelerando la sua respirazione e la sua circolazione, cade in un coma, che non è letargo conservatore, ma bensì letargo mortifero, perchè poco dopo sopraggiunge la morte;

b) Se il miscuglio frigorifero non ha prodotto nella ghiacciaia un abbassamento inferiore a + 6°, ovvero superiore a + 10° la marmotta entra in letargo, come aveva visto Saissy.

Sottoposta la marmotta ad una corrente di acqua fredda a + 10° abbassa la propria temperatura e cade immediatamente in letargo.

Quando si sottopone una marmotta all'azione dell'acqua fredda a + 13° + 15°, la marmotta non cade in letargo, bensì conserva sempre lo stesso grado di temperatura, mentre invece un coniglio reagisce sempre molto fortemente, molto presto si esaurisce e muore. In questo animale l'abbassamento della temperatura è enorme.

L'immobilizzazione, che è una causa di raffreddamento

nel coniglio, non disturba invece affatto il riscaldamento automatico di una marmotta, quando questa venga presa nello stato letargico, e quindi venga sottoposta ad una temperatura capace di produrre in essa il risveglio.

Le marmotte, private del loro pelo, si comportano come le altre, salvo che i risvegli sono più frequenti e la perdita di peso più grande nello stesso periodo di tempo.

Io ho rasato completamente due ghiri nell'ottobre; ebbene, caddero ugualmente in letargo, come gli altri normali, però si risvegliavano molto più frequentemente di questi, specialmente poi quando si abbassava di molto (5°.0) la temperatura ambiente, e ciò facevano naturalmente per non restare assiderati.

Secondo Dubois le marmotte cadono in letargo, appena le funzioni della pelle siano modificate, sia col verniciamento, sia anche con ustioni molto estese.

L'insufflazione eseguita nel sottocutaneo determina una ipotermia meno profonda e meno durevole che il verniciamento e le bruciature.

La sezione del midollo spinale produce lo stesso risultato delle cause, alle quali abbiamo già sopra accennato.

I ricci, raffreddati artificialmente, a seconda della temperatura alla quale vengono sottoposti, possono cadere in letargo conservatore, ovvero in letargo mortifero. La morte può avvenire in mezzo ad una respirazione accelerata o rallentata; ciò dipende dalla natura delle riserve, di cui dispone l'animale e della quantità di queste.

Dubois studiò anche l'influenza del calore sul letargo.

Una temperatura calda può, come una fredda, procurare il risveglio di una marmotta.

Una marmotta, mantenuta in una stufa a 25°, durante l'inverno, può subire delle oscillazioni della propria temperatura, mai così profonde come in condizioni naturali; al massimo la differenza, fra l'ambiente in cui si trovano e l'animale, è compresa fra 0°.2 — 2°. La marmotta fu tenuta a 25° due mesi e mezzo; l'animale prendeva vitto ogni 3-4 giorni, come fanno i ghiri. L'alimento ha molto giovato, perchè era pochissimo dimagrita. Il suo pelo era setoso, ma raro. Si trattava sempre però di un sonno, che

si avvicinava al normale, di un torpore, mai però di un letargo profondo vero e proprio.

Il riscaldamento artificiale progressivo di una marmotta in letargo può agire come un eccitante termogenetico, provocando il risveglio automatico.

Secondo Dubois, il freddo e il calore possono produrre degli effetti differenti sulla marmotta, secondo che la loro azione è brusca o breve, lenta o prolungata.

Maurel ha visto, che nel letargo invernale delle tartarughe, le perdite aumentano col crescere della temperatura ambiente, e ha visto anche che è bastata solo una differenza di qualche grado in questa temperatura, perchè le perdite siano divenute più marcate. Dubois ha osservato nella marmotta, nel letargo invernale, che l'elevazione progressiva della temperatura ambiente aumenta la frequenza dei risvegli, diminuisce i forti abbassamenti della temperatura durante il letargo ed eleva la temperatura media della marmotta, che si trova in questo stato. Questi fenomeni essendo in rapporto diretto con l'aumento delle perdite dell'organismo, occorre trasportare ai mammiferi in letargo le conclusioni che Maurel ha ritratto dal suo interessante lavoro sulle tartarughe. Del resto, nello stato di veglia, la temperatura della marmotta è sempre un po' più elevata nell'estate che nell'inverno.

Dubois, ad una temperatura ambiente di 14°, osservò nella marmotta 14°.8, quindi sempre superiore a quella.

Riguardo alle temperature limiti, entro le quali si verifica il letargo, Dutto così si esprime:

« Evidentemente, se la camera dove ho eseguito l'esperimento, invece di 9° avesse avuto una temperatura p. es. di 2°, la marmotta avrebbe emesso una quantità maggiore di calore, cioè si sarebbe raffreddata sino ad avere essa stessa 2°.

« Arrivata a questa temperatura che dagli Autori è stata indicata come il limite *minimum* di temperatura compatibile coll'esistenza della marmotta in letargo (come il 26° degli omeotermi, giusta le esperienze di Rosenthal) o la marmotta sarebbe morta assiderata, come infatti spesso succede quando le marmotte sono esposte a temperature

inferiori a 2° senza mezzi protettivi; oppure, riattivando i suoi assopiti processi calorifici, avrebbe riportato la sua temperatura ad un grado molto superiore a quella dell'ambiente, sarebbe diventata omeoterma, ed avrebbe opposto, per un momento almeno, coll'aumentata produzione di calore, una difesa all'azione del freddo invadente ».

E in un altro suo lavoro soggiunge:

« Anzi egli è certo che comportandosi nello stato di ibernazione come animali poichilotermi, le marmotte *assumono la temperatura dell'ambiente nel quale sono state immerse*, quasi come corpi inanimati. Barkow e Valentin hanno visto che qualche volta le marmotte hanno una temperatura un po' inferiore a quella dell'ambiente, e ciò sarebbe dovuto, secondo Valentin, alla temperatura del pavimento dove esse giacciono, più bassa che non quella dell'atmosfera ».

Non terrò conto delle ricerche fatte dal Berninzone sulla *Influenza della temperatura sull'ibernazione della marmotta*. Difatti a pag. 5 della sua Memoria dice queste testuali parole:

« È noto che apparentemente il letargo degli animali ibernanti è provocato da un abbassamento di temperatura esterna, abbassamento che oscilla entro limiti non molto estesi: *si può considerare come rappresentato da una temperatura media di 10° C. il punto critico, per così dire, che produce il letargo*; abbassandosi ancora questo grado di temperatura l'animale ibernante tende a risvegliarsi: abbiamo quindi che un abbassamento di temperatura è la causa del letargo, una diminuzione ulteriore di essa produce l'effetto opposto, il risveglio ».

A pagina 7 poi, nella tavola I, riporta un'esperienza, dove ottenne un risveglio nella marmotta, sottoponendola ad una temperatura di + 10°, a quella temperatura insomma, ritenuta da lui come ottima per produrre e mantenere il letargo.

Evidentemente il Berninzone è incorso in gravissimi errori di tecnica, perchè altrimenti non si potrebbero spiegare questi risultati contradittori da lui ottenuti.

Albini assevera, che la temperatura più favorevole al

letargo dei moscardini varia fra 8°-10° ed il Bunge sostiene, che l'*optimum* della temperatura per il letargo possa aversi fra 10°-13° del mezzo ambiente e che sia possibile tale stato dell'animale sino a 17°-18°.

Bunge riporta il tempo necessario ai varî animali letargici per passare dalla temperatura che hanno nel letargo alla temperatura normale:

Ricci	ore	5-6
Pipistrelli	»	3-4
Moscardino	»	2
Spermofilo	»	2-3

Sembra dunque, che più l'animale è piccolo, e minor tempo metta per riscaldarsi.

La temperatura del corpo può scendere anche al disotto di 0° e il Bunge vide nell'anno 1875 in Strasburgo, per mezzo di Horvath, in uno spermofilo la temperatura rettale scendere a — 0°,2 C. L'animale quindi fu visto risvegliarsi e diventare come un animale normale.

I Monti anche studiarono l'influenza della temperatura ambiente sulla temperatura delle marmotte in letargo.

Riporto brevemente i loro risultati:

3 Febbraio 1900 – Ore 9:

Temperatura ambiente 18° $^{3}/_{20}$.

I	Marmotta	Temperatura	14° $^{5}/_{20}$
II	Id.	Id.	13° $^{16}/_{20}$
III	Id.	Id.	14° $^{1}/_{20}$
IV	Id.	Id.	13° $^{16}/_{20}$

Queste marmotte erano state poste in una stanza, da poco artificialmente riscaldata; come si vede dalla tabella, erano più fredde dell'ambiente, nel quale si trovavano ed i Monti aggiungono, che ci vuole forse molto tempo, perchè equilibrino la propria temperatura con quella del mezzo, nel quale si trovano e di più ammettono che potevano risentire ancora l'influenza del freddo della notte.

9 Febbraio 1900 – Ore 16:

Temperatura ambiente $14^{o}\ ^{16}/_{20}$.

I	Marmotta	Temperatura	$14^{o}\ ^{15}/_{20}$
II	Id.	Id.	$14\ ^{11}/_{20}$
III	Id.	Id.	$14\ ^{3}/_{20}$
IV	Id.	Id.	$14\ ^{6}/_{20}$

Nel pomeriggio quindi, come si vede, le marmotte avevano presso a poco la stessa temperatura dell'ambiente, nel quale si trovavano, perchè durante la giornata, ritengono i Monti, l'equilibrio termico fra il corpo di questi letargici e l'aria circostante si era potuto ristabilire.

Le marmotte quindi furono portate da una camera calda ad una che era più fredda.

19 Marzo 1900: Temperatura ambiente $9^{o}\ ^{3}/_{20}$. Le 4 marmotte avevano una temperatura che variava fra: $7^{o}\ ^{17}/_{20}$ — $7^{o}\ ^{19}/_{20}$, dunque inferiore a quella dell'ambiente.

20 Marzo 1900: Temperatura ambiente $9^{o}\ ^{5}/_{20}$. Le 4 marmotte avevano una temperatura fra $10^{o}\ ^{5}/_{20}$ — 11°.

Trasportate quindi in un ambiente meno caldo, le marmotte presentarono una diminuzione di temperatura, in modo che in marzo apparirono più fredde che in gennaio.

I Monti concludono quindi dalle loro esperienze, che i letargici non sono animali a temperatura costante, ma tendono a conformarsi alla temperatura dell'ambiente.

Questi fatti furono già in parte visti da Mangili, Valentin e Quincke.

Questi Autori però ritennero, che le marmotte presentassero una temperatura di poco inferiore a quella dell'ambiente, fatto che in realtà non si verifica, se non quando le marmotte sieno poste in condizioni, che permettono la minima dispersione di calore.

Le osservazioni di R. ed A. Monti, istituite variando di proposito le condizioni termiche dell'ambiente, hanno condotto ad accertare che da dette variazioni dipende essenzialmente la temperatura presentata dalle marmotte letargiche, da loro osservate.

Pembrey ha osservato la differenza della temperatura fra la bocca e il retto in moltissimi animali letargici oltre che nella marmotta.

Questo Autore però ha visto, che questa differenza è molto più grande nelle marmotte che negli altri e ciò per molte cause, oltre quelle viste da Marès che sostiene, come abbiam visto, che negli spermofili la circolazione sia sospesa nella parte posteriore del corpo, da Saissy che ritiene la posizione della marmotta ravvolta a forma di pallottola andare ad impedire la circolazione.

L' autore non ha fatto delle ricerche sopra la circolazione del sangue della marmotta, ma ha notato solamente però che, mentre la differenza tra la temperatura della bocca e quella del retto nello stato di letargo è minima, invece, quando la marmotta è completamente sveglia, la temperatura rettale è di qualche grado superiore a quella boccale.

Martin riporta una quantità di osservazioni concernenti le relazioni, che passano fra la temperatura ambiente e quella del corpo dei monotremi e dei marsupiali. Dalle sue numerose osservazioni giunge alla conclusione, che l'echidna è il più basso nella scala degli animali a sangue caldo ed il suo omotermismo non va oltre a 10°, quando la temperatura ambiente varia fra 5°-35°. Durante l'inverno l'echidna rimane nello stato di letargo per quattro mesi ed in questo frattempo la sua temperatura è solo di qualche decimo di grado superiore a quella dell'ambiente. La produzione del calore, quindi, sarebbe proporzionale alla differenza fra la temperatura dell'animale e quella circostante.

L'ornitorinco è già un animale più elevato dell'echidna, perchè mantiene quasi costante la temperatura del proprio corpo, come appare dalle ricerche di Martin.

Riporto sotto forma di tabella alcune esperienze termometriche, da me eseguite sopra due marmotte nello stato di letargo, dirette appunto a studiare l'influenza della temperatura ambiente sopra quella degli animali in esame.

Data	Temperatura esterna nel momento dell'osservazione	Marmotta A		Marmotta B	
		Temperatura rettale	Temperatura boccale	Temperatura rettale	Temperatura boccale
Dicembre 1895					
6	11	11	11.4	10.9	11.2
7	11.2	11.1	11.4	11.6	11.4
8	11	11	11.4	11.3	11.4
9	10.1	10.2	10.2	10.1	10.3
10	10	10.4	10.4	10.4	10.4
11	10	10.4	10.4	10.4	10.4
12	10.1	10.8	10.4	10.4	10.4

Queste esperienze, da me compiute sulla temperatura della bocca e del retto (gradi Celsius) delle due marmotte letargiche A e B, che io pesava ogni giorno per studiare le variazioni del peso, che riporto nel capitolo XIII, mi conducono alle seguenti conclusioni, che concordano in parte con quanto è stato visto dagli autori precedenti:

1. La temperatura degli animali letargici tende ad equilibrarsi con quella dell'ambiente: talvolta rimane superiore e talvolta inferiore, però sempre di pochissimi decimi di grado;

2. La temperatura rettale è sempre inferiore a quella della bocca, però in qualche raro caso è superiore questa, spesso è uguale in ambedue le regioni;

3. Animali tenuti nelle stesse condizioni di ambiente non presentano tutti la stessa temperatura. È questo il fattore della variazione individuale al mezzo ambiente negli animali letargici e che io ho messo in luce per il primo, appunto con queste ricerche sulle marmotte.

Per quanto riguarda *l'influenza della temperatura esterna e del rivestimento cutaneo sulla temperatura del corpo*, è noto, come negli animali a sangue freddo la

temperatura del corpo dipenda quasi esclusivamente dalla temperatura ambiente, colla quale si mantengono press' a poco a livello. Il ricambio dei tessuti, le ossidazioni e le scomposizioni della materia, dando luogo allo sviluppo di un certo numero di calorie, potranno avere per effetto di innalzare di qualche decimo di grado il calore proprio di questi animali, ma quest' aumento è di solito poco duraturo e ben presto torna ad uniformarsi alle condizioni termiche esterne. Ma negli animali a sangue caldo, che hanno una temperatura propria costante, di solito molto diversa dalla temperatura esterna, sembrerebbe che vi dovesse essere una completa indipendenza dalle condizioni fisiche esterne e che il loro calore centrale per dato e fatto delle oscillazioni termiche dell' atmosfera non dovesse subire variazioni degne di nota. Nondimeno la quistione non è così semplice, come a prima vista si potrebbe supporre, e difatti moltissime ricerche sono state eseguite per stabilire fino a qual punto l'ambiente esterno possa influire sulla temperatura centrale degli animali a sangue caldo.

Delaroche fu uno dei primi ad occuparsi di questi studi. Egli poneva in una stufa da + 38° a + 50° dei conigli e dei piccioni e, dopo averceli fatti soggiornare per un certo tempo, osservava che la loro temperatura rettale si elevava talora anche di un grado al disopra della norma.

Cl. Bernard, con una lunga serie di diligentissime esperienze, conclude che l' animale, posto in un ambiente ad una temperatura più elevata di quella del suo corpo, si va lentamente riscaldando fino ad un certo limite, al di là del quale la vita non è più possibile. L'animale morirebbe, quando la temperatura del sangue ha raggiunto questo limite. Egli, tenendo in permanenza il termometro nel retto dell' animale in esperimento, potè constatare che negli uccelli (piccioni), nei quali la temperatura normale è di circa + 45°, si verificava la morte, quando il termometro segnava tra + 48° e + 50°; nei mammiferi invece, che normalmente hanno una temperatura di + 38° a + 40°, la vita non era più posibile verso + 44° + 45°. Ebbe risultati identici, tanto tenendo l' animale tutto intiero nella

stufa, oppure il solo tronco, o la sola testa. Egli trovò inoltre che, ostacolando in un animale la irradiazione periferica e l' evaporazione esterna, avvolgendo il suo corpo in un sacco di gomma elastica o ricoprendolo di un intonaco di gelatina, la temperatura centrale non solo non aumentava, ma diminuiva gradatamente fino alla morte: fatto che era già stato osservato da Hoppe.

Fordyce e Blagden esprimono l' erronea convinzione, che negli animali a sangue caldo la temperatura centrale sia talmente costante, da non essere menomamente influenzata da una temperatura esterna più elevata di quella del loro corpo.

Franklin dimostrò che la temperatura propria del corpo si mantiene costante anche in ambienti molto caldi, purchè la traspirazione sia abbondante e l' aria esterna abbastanza secca da poter accogliere il vapore acqueo esalante dalla superficie cutanea e polmonare. Mancando queste condizioni (bagno a vapore, bagno caldo), la temperatura propria aumenta di qualche grado in 8-16 secondi, ma però ben presto ritorna al normale, quando il corpo si trovi di nuovo a temperatura ordinaria.

Davy, in un viaggio dall' Inghilterra a Ceylan, notò un' elevazione progressiva della temperatura centrale dei componenti l' equipaggio, mano mano che la nave si avvicinava alle regioni calde. In altre osservazioni, fatte su sè stesso, vide per una differenza esterna di + 12°.3 la temperatura boccale aumentare di 0°.9 e, sotto l' azione di un freddo intensissimo, vide abbassarsi la temperatura della bocca a 35°.9.

Eydoux e Souleyet, in un viaggio a Rio Janeiro, tennero conto della temperatura rettale in dieci persone diverse e trovarono come, aumentando la temperatura esterna, aumentava leggermente anche la temperatura rettale.

Raynaud, per uno squilibrio nella temperatura esterna di 18°, osservò una variazione nella temperatura boccale di 0°.43.

Brown-Séquard, in un viaggio alle Antille, prese la temperatura boccale in otto individui dai 17 ai 45 anni ed ebbe i seguenti risultati:

	Temperatura esterna	Temperatura rettale media
In Francia (Hâvre)	8°	36°.62
8 giorni dopo la partenza	25°	37°.12
17 giorni dopo la partenza (equatore) . .	29°	37°.50
6 settimane dopo	29°	37°.23

Mantegazza, durante una traversata dell'Atlantico, prendendo la temperatura dell'orina al momento della minzione, fece molte ricerche in parecchi individui, confermando in massima i risultati del Brown-Séquard. In 241 osservazioni eseguite, la temperatura media fu di 36°.4 in febbraio e di 37°.95 in luglio (differenza 1°.55), corrispondente ad uno sbilancio della temperatura esterna fra i due mesi di 28°.5.

Jousset, basandosi su 110 osservazioni eseguite in varî individui, afferma che la temperatura centrale dell'uomo è più elevata nei paesi caldi che nei paesi a clima temperato. Durante una tempesta di sabbia nel Mar Rosso, vide in essi la temperatura oscillare fra 37°.0 e 38.°2, mentre nei paesi temperati e in condizioni normali essa oscillerebbe fra 36°.6 e 37°.4. Come controprova volle esaminare la temperatura di alcuni individui, che dalle Antille si recavano in Europa. In cinque soggetti constatò, che alla Martinica la temperatura era di 37°.92 nella stagione calda, di 37°.88 nella fredda: negli stessi individui, giunti nei climi temperati, discese a 37°.80 e ad una temperatura esterna di + 17° a 37°.21.

Vi sono però degli osservatori, che contraddicono i risultati ora esposti.

Boileau, ad esempio, asserisce che ai tropici la temperatura ascellare non è diversa da quella che si verifica in Europa.

Maurel alla Gujana ed alla Guadalupa ottenne come media della temperatura ascellare 37°.384 e cita anche le cifre del dott. Guegen della Guadalupa, che avrebbe trovato come media 37°.3.

Löw, in California, osservò per una temperatura esterna elevatissima un aumento nella temperatura del corpo umano di 0°.5 — 0°.6.

Stapff, in un ambiente a — 5°, vide la temperatura boccale discendere a 34°.7: dieci minuti dopo in una camera calda si era già elevata a 36°.22.

Forel ricercò la temperatura rettale nelle varie stagioni dell'anno e trovò che tra il settembre ed il marzo vi è una differenza di — 0°.12 e dal luglio all'agosto di + 0°.5. Si verificherebbe dunque un leggero aumento coll' accrescersi della temperatura esterna.

Gresswell, in un viaggio fatto attorno al mondo, osservò che la curva quotidiana della temperatura è uguale in tutte le latitudini e climi e che la temperatura boccale è più elevata nei climi caldi che nei climi freddi; quest'aumento della temperatura del corpo, per effetto del clima, si osserverebbe specialmente nei bambini. Per dimostrare la grande influenza della temperatura esterna, egli fa osservare, come ai tropici non ebbe mai temperature al disotto di 36°.4; mentre in altri paesi, specialmente sotto l'azione di venti freddi, riscontrò anche delle temperature di 34°.7. Oltre che di quella boccale tenne conto anche della temperatura della palma della mano, ottenendo dei fatti perfettamente concordanti con i precedenti.

Lortet e Marcet, in un'ascensione fatta al monte Bianco ad una temperatura di — 10°, osservarono una temperatura boccale di 31°.8, 32°, 32°.3, 32°.8, raffreddamento che essi attribuiscono allo sforzo muscolare eseguito per compiere l'ascensione.

Forel ritiene, che la temperatura boccale dà dei risultati imperfetti e che l'ipotesi di Lortet e Marcet sia falsa. Prendendo la temperatura rettale durante due ascensioni, notò in un caso 39°.13 per una temperatura esterna di 19°.25 e in un altro 38°.58 per una temperatura di 9°.6.

Vernet riprese gli studi di Forel e li confermò. Egli ottenne che la sua temperatura rettale di 36°.96 e 37°, durante il riposo, per effetto di un'ascensione salisse a 38°.54 e durante la discesa a 38°.60. In un'altra serie di ricerche, eseguite in risposta a Geny, che aveva osservato la temperatura rettale abbassarsi di 0°.5 per l'ascensione del campanile della cattedrale di Strasburgo, confermò i fatti antecedentemente osservati.

Furono fatte anche delle osservazioni termometriche nei varî climi e nelle varie razze del globo.

Davy fu uno dei primi ad occuparsene nei suoi due viaggi alle Barbados ed a Ceylan. Osservò che la temperatura del corpo è più elevata di qualche decimo di grado nelle diverse razze umane a misura che si trovano più vicine ai tropici.

Chrismols e Chalmers non sono dello stesso parere: essi sostengono, che la temperatura degli abitanti dei paesi caldi è di poco differente da quella da loro riscontrata negli Inglesi nel loro paese.

Pruner-Bey e Rethey confermarono le cifre di Davy.

Livingstone, Thornley e Furnell sostennero invece l' idea di Chrismols e Chalmers.

Anche Jousset con numerose osservazioni conferma i risultati di Davy. Egli studiò la temperatura delle razze africane ed asiatiche in diversi momenti della giornata e nelle varie stagioni dell' anno, e concluse che la temperatura delle razze tropicali, in qualche periodo del giorno e dell'anno, è superiore di 0°.6 — 0°.8 a quella delle razze che abitano le regioni temperate. Secondo lui l' europeo, acclimatato nei paesi caldi, ha una temperatura inferiore a quella delle razze asiatiche ed africane, mentre al suo arrivare nei paesi caldi, presenterebbe una temperatura un po' più elevata del normale, circa 38°.

Maurel avrebbe trovato che la temperatura degli Indiani è di 0°.14 e quella dei Neri di 0°.22 più elevata di quella delle razze bianche.

Confrontando le temperature dei varî popoli europei risulterebbe che quelli dei climi temperati hanno generalmente una temperatura più elevata di quelli dei climi freddi. Da studi fatti risulterebbe che i Norvegesi hanno una temperatura media normale di 36°.4, gli Italiani di 37°.3, i Portoghesi di 37°.22, gli Inglesi ed i Tedeschi di 37°.15, gli Scozzesi di 36°.22.

Abbiamo voluto riportare un breve sunto di questi interessanti studi, sebbene non riguardino direttamente le nostre ricerche, per formarci un concetto dell' influenza che si è voluto attribuire alla temperatura esterna sulla

temperatura del corpo e delle opinioni spesso contraddi-torie, che sono state emesse in proposito.

Richet fece anche delle osservazioni sulla temperatura centrale degli animali (conigli) nei varî mesi dell'anno. Egli asserisce che, per una elevazione di 10° della temperatura ambiente, la temperatura rettale del coniglio cresce di 0°.5.

Si studiò anche l'azione dei bagni caldi e freddi sulla temperatura del corpo.

Aubert osservò sopra sè stesso, che l'immersione protratta per 15 minuti primi in un bagno freddo non riuscì ad abbassare la sua temperatura normale: prolungandosi l'immersione per 30 minuti primi, notò un abbassamento di 0°.3 e per un'ora di 0°.6.

Delmas fece delle esperienze sulla temperatura del corpo durante e dopo la doccia. Notò che al principio si avrebbe un abbassamento dipendente, secondo lui, dalla anemia periferica. I suoi risultati però non sono molto attendibili, essendosi limitato a registrare la temperatura periferica (bocca e ascella).

Robert de Latour, Jürgensen, Krishaber riportano delle osservazioni, nelle quali la temperatura d'un uomo sano dopo un bagno caldo o a vapore, potè elevarsi a 38°, 39°, 40° ed anche a 40°.7. Al contrario, in seguito ad un bagno freddo (+ 12° + 10°), Jürgensen ha visto la temperatura rettale abbassarsi di 3°.6 e non ritornare al grado primitivo se non dopo 6 o 7 ore.

Secondo Livierato il bagno caldo, elevantesi gradatamente da 30° — 37° a 40° — 42°, è capace di aumentare rapidamente la temperatura centrale di un individuo di 2° — 3°.5, e quest'aumento può durare 2, 3, 4 ore. Ritiene che l'aumento della temperatura, più che alla ritenzione del calore, sia specialmente dovuto ad un aumento nella produzione del medesimo.

Roger, immergendo le cavie nell'acqua bollente o ponendole nella stufa ad elevate temperature, vide aumentare il calore centrale in questi animali.

Lefèvre, in questi ultimi anni, si è a lungo occupato della resistenza che presenta l'organismo umano al freddo,

sottoponendolo a bagni di acqua o di aria fredda. Egli prendeva la temperatura rettale ed ascellare e misurava il calore irradiato. Vide che l'organismo perde poco più di calore alle basse che alle temperature moderate. Nell'uomo vigoroso ed abituato al freddo esiste, secondo lui, una potenza termogenetica tale non solo da riparare immediatamente le perdite, ma anche da dar luogo nei primi momenti dell'azione del freddo ad un aumento della temperatura. Dopo 8′ — 10′ la temperatura discenderebbe e dopo 20′ — 30′ raggiungerebbe il *minimum*. Questo *minimum* varierebbe a seconda della durata e dell'intensità del bagno freddo e delle condizioni e della natura del soggetto. Il freddo, agendo sulle terminazioni nervose periferiche, ecciterebbe in via riflessa la resistenza termogenetica: cessata questa eccitazione si constaterebbe una brusca e rapida discesa della temperatura centrale. Nei soggetti vigorosi e trenati la perdita è poco sensibile; molto in chi non è esercitato, perchè la resistenza è molto piccola. Esisterebbe, secondo l'autore, un vero allenamento per il freddo e questa resistenza si accrescerebbe coll'esercizio di qualche settimana. Nei casi di ipotermia iniziale il freddo ecciterebbe la termogenesi e innalzerebbe la temperatura centrale, ravvicinandola alla norma. Nelle ipertermie, prodotte artificialmente, il calore si disperderebbe rapidamente in contatto con l'ambiente freddo e la temperatura ritornerebbe verso la norma. I piccoli bambini avrebbero una resistenza uguale agli adulti se non superiore ed anch'essi sono suscettibili di allenarsi. Mentre nell'uomo la resistenza è quasi perfetta, nella scimmia sarebbe molto imperfetta e piccolissima.

L'autore ha sottoposto delle scimmie e dei conigli a bagni freddi (— 15° — 20°), che otteneva per mezzo di miscele frigorifere ed ha osservato, che le perdite del calore vanno aumentando mano mano che la temperatura del bagno si abbassa e la produzione è due volte maggiore a — 7° che a + 5°; sei volte più grande a — 7° che a + 18°.

Esiste uno stretto rapporto tra l'inviluppo cutaneo e il calore animale.

Richet ha osservato che, ponendo alla temperatura

ambiente di 11° — 15° dei conigli, alcuni rasi, altri normali, nei rasi si osservava una diminuzione di calore di 0°.5 — 0°.6. Alcune volte il raffreddamento nel coniglio raso era così intenso e così repentino da produrre la morte in un tempo più o meno breve.

Laulaniè nei conigli rasi trovò che la temperatura centrale discendeva di qualche grado al disotto della norma, anche quando gli animali venivano tenuti in un ambiente a temperatura più elevata di quella, in cui si trovavano, quando ancora disponevano del loro pelo. Non mostrava alcuna influenza sulla temperatura il difenderli con una debole copertura, mentre si inalzava di qualche decimo avviluppandoli completamente nell'ovatta.

Nè soltanto l'esperimento, ma anche la semplice osservazione, di ciò che si verifica in natura, ci offre dei fatti interessantissimi a questo riguardo. Difatti noi sappiamo, come tutti gli animali perdono gran parte del loro pelame o delle loro piume in estate, per tornarsene a ricoprire all'avvicinarsi dell' inverno. Lo stesso clima influisce sul rivestimento cutaneo degli animali: quelli dei paesi caldi ne sono quasi privi (rinoceronti, elefanti), quelli dei freddi ne sono abbondantemente provvisti (lama, renna). Animali della stessa specie presentano una temperatura diversa a seconda dello spessore della propria pelle. Richet notò che i cani a pelo lungo (spagnuoli) hanno una temperatura più elevata (39°.6) di quelli a pelo corto (da caccia, bulldog), 38°.8. Queste stesse differenze termometriche io ho potuto constatare nei levrieri a pelo lungo (i barsoi russi) (in media 39°) e in quelli a pelo molto corto (in media 38°) e tali osservazioni hanno maggior valore di quelle di Richet, perchè compiute su animali differenti fra di loro solo nella razza.

Dalle diligenti ricerche eseguite specialmente da Ch. Martins si sa che la temperatura degli uccelli (40° — 44°) è di molto superiore a quella dei mammiferi (39°) e dell'uomo (37°). Sappiamo anche, che gli uccelli dei paesi molto freddi hanno una temperatura più elevata di quelli dei climi temperati e caldi (Mantegazza). Ciò si deve ascrivere, oltre che alla intensità delle combustioni respiratorie,

anche alla protezione più efficace loro offerta dall'abbondante strato di piume.

Io ho eseguito una lunga serie di esperienze per studiare l'influenza della temperatura esterna (— 10° + 40°) sopra la temperatura (rettale) di conigli col mantello intatto oppure anche rasati.

Ebbene, esaminando il quadro sinottico unito a questa monografia e dove abbiamo raccolto tutte le medie delle varie ricerche colle differenze tra il periodo sperimentale ed il periodo di confronto che lo precedette, la colonna delle temperature rettali, noi vediamo, come la temperatura esterna ha spiegato una notevole influenza sulla temperatura centrale.

Difatti nei conigli normali, alle basse temperature, abbiamo ottenuto una diminuzione di 0°.22 — 0°.14: alle medie temperature si sono verificati ora dei leggieri aumenti, ora delle leggiere diminuzioni: alle temperature elevate (+ 30° — + 40°) si sono avuti degli aumenti molto intensi, oscillanti tra 1° e 2°.6.

Anche molto più manifeste sono state le variazioni di temperatura centrale presentate dai conigli rasi, i quali, anche alle medie temperature, hanno subito una diminuzione di più di 1° ed alle basse temperature sino oltre 2°. Alle elevate temperature si son comportati presso a poco come nei conigli normali. I nostri risultati adunque ci dimostrano, che la temperatura esterna influisce abbastanza intensamente sulla temperatura centrale e che il rivestimento cutaneo è della massima importanza per la conservazione e per la regolazione del calore. Questi risultati non sono nuovi, ma, tenuto conto della grande divergenza di opinioni esistente in proposito tra i vari autori, ci sembra non debbano riuscire privi di interesse e perciò ho voluto anche riportarli in questa monografia, che trattando appunto del letargo, riguarda una questione che ha molti punti di contatto, con quanto finora è stato visto.

Per quanto riguarda la temperatura dei vertebrati a sangue freddo, noi abbiamo moltissime osservazioni fatte dagli antichi tempi sino ad oggi. Il primo che abbia fatto delle ricerche in proposito, scevre il più possibile di er-

rore, è stato Berthold, il quale ha dato delle norme per eseguire queste ricerche nella maniera priva il più possibile di errore. Naturalmente la cosa più importante da vedere negli animali a sangue freddo, si è, se questi hanno una temperatura propria, ossia se in questi animali vi sono degli apparecchi capaci di produrre un grado di calore, che basti a mantenere la loro temperatura superiore di qualche decimo di grado a quella dell' ambiente. Noi abbiamo delle bellissime osservazioni in proposito di Soetbeer ed Isserlin. Difatti, secondo questi autori, appena vengano messi animali acquatici, come rane, coccodrilli, tartarughe, pesci, nell' acqua, prendono molto rapidamente la temperatura di questa, ed è impossibile assolutamente, anche con i mezzi più perfezionati, di poter trovare una temperatura propria in questi animali. Nell' aria, prendono la temperatura di questa, quando il contenuto in vapore acqueo dell' aria sia medio e non vi sia una ventilazione troppo forte. In un' atmosfera secca, specialmente se l' ambiente è molto ventilato, la loro temperatura si abbassa, mentre invece se l'atmosfera è carica di vapore acqueo, la temperatura s' innalza, per esempio, nella rana, di qualche decimo di grado (0.1-0.3). Naturalmente, però, è cosa molta facile il comprendere, che la regolazione del calore, in questo caso, è basata sopra fatti puramente fisici, perchè gli animali dal canto loro non hanno alcun potere, non solamente di non produrre calore, ma neppure di mantenere costante la propria temperatura. In un mezzo ambiente come l' acqua, che è buon conduttore di calore, il calore sviluppato dal loro ricambio materiale viene ad essere immediatamente trasportato al mezzo ambiente. Appena si trovano in una temperatura secca, l' evaporazione, che ha luogo alla superficie del loro corpo, fa immediatamente abbassare la loro temperatura propria. Invece, se l' atmosfera è satura di acqua, non ha luogo evaporazione alcuna, perchè un' atmosfera umida è già di per sè stessa un cattivo conduttore di calore; il calore, che viene sviluppato, non è sottratto all' animale ed a causa di ciò la temperatura del loro corpo è sempre superiore a quella ambiente. Quando si abbia un determinato grado di umi-

dità atmosferica, l'emissione del calore viene ad essere regolata per mezzo dell'evaporazione, potere di conduzione dell'acqua, e si giunge così ad un equilibrio di temperatura fra l'animale e l'aria. È una cosa quindi assolutamente impossibile, che gli animali a sangue freddo possano innalzare la loro temperatura, al disopra di quella del mezzo ambiente. Negli animali acquatici l'unico mezzo di trasmissione del calore è l'acqua. Un animale invece, che vive sulla superficie terrestre, per mezzo dell'aria riceve poco calore, dato il cattivo potere conduttore di questa, mentre invece molto ne ricevono gli animali, quando si trovano a contatto del terreno; in questo caso, però, entra in giuoco anche il potere di trasmissione del calore, che possiede la loro pelle.

L'emissione del calore, negli animali a sangue freddo, è regolata innanzi tutto dall'evaporazione dell'acqua, ma vi sono molti altri mezzi di regolazione in questi animali.

Krehl e Soetbeer hanno fatto delle osservazioni molto importanti sopra l'Uromastix (Sauro crassilingue), il quale ha la proprietà di cambiare il colore della propria pelle. Appena venga portato alla luce solare, l'animale, che prima era brunastro (favorevole all'assorbimento del calore), diviene immediatamente bianco (colore abbastanza favorevole all'emissione del calore) tanto che, portato in piena luce solare, può raggiungere anche una temperatura di 41°. Ebbene, in questo animale, gli autori suaccennati non potevano constatare la minima emissione di acqua. Langlois, nello stesso animale, che vive nel deserto, come anche nel Varanus (Sauro fissilingue), vide, che sottomesso all'azione diretta dei raggi solari, emette un po' d'acqua, quantunque in piccola quantità, circa 4 gr. per kg. e per ora. Contemporaneamente nell'Uromastix si ha una polipnea in queste condizioni, però può raggiungere anche una temperatura di 42° e non avere alcuna polipnea, se viene protetto dall'azione di questi raggi. Dunque questo animale si può mantenere per un certo tempo con una temperatura di molto superiore al mezzo ambiente. In altri animali a sangue freddo si ha una eliminazione fortissima di acqua: Langlois vide, che la *rana mugiens* ne

emette da 97 a 104 gr. per kg. e per ora, alla stessa temperatura, nella quale l'Uromastix ne emette circa 4 gr. Giustamente fanno osservare Krehl e Soetbeer, che questa emissione è un fatto puramente fisiologico, perchè difatti essi hanno visto, che un coccodrillo vivo emette maggiore quantità di acqua di un coccodrillo morto nelle stesse condizioni di ambiente.

Krehl e Soetbeer hanno fatto anche delle bellissime esperienze nella rana ed hanno visto che ad una temperatura di 25° e con 70 per cento di umidità atmosferica quest' animale emette calorie 1.5; alla stessa temperatura, ma in atmosfera piena di acqua, emette calorie 0.5.

Gli stessi risultati li ottennero con un coccodrillo. Questi animali emettono per evaporazione sino a due e tre volte tanto del calore che producono e debbono perciò prendere calore dal mezzo ambiente. Concludendo dunque, questi animali, di cui abbiamo parlato, debbono prendere calore dal mezzo ambiente, nel quale si trovano, perciò aumentano la loro temperatura e le scissioni nei loro tessuti. Per evaporazione di acqua la temperatura loro viene ad essere abbassata al disotto di quella ambiente e perciò l' animale può proteggersi completamente da una ipertemperatura, quantunque assorba continuamente calore.

Per quanto riguarda l' influenza della temperatura sullo scambio respiratorio di questi animali, ne abbiamo già parlato nel capitolo apposito. Dobbiamo rammentare, qui, infine, che vi sono degli animali, come la lucertola, la *rana mugiens*, che non possono stare per lungo tempo ad una temperatura di 37°, aumentano la loro produzione di calore e muoiono, mentre invece l' alligatore e l' Uromastix (animali dei tropici), possono sopportare benissimo tale temperatura ed avere contemporaneamente, per chilogramma e per ora, un ricambio materiale la metà minore di quello degli animali a sangue freddo dei quali sinora abbiamo parlato. Si tratta indubbiamente, in questi animali dei paesi caldi, di un adattamento all'ambiente esterno, che si è andato svolgendo da un innumerevole numero di anni: credo avverrà lo stesso negli uomini.

CAPITOLO XIII.

Sulle variazioni di peso degli animali letargici.

I vecchi sperimentatori arguivano, dalla diminuzione di peso del così detto « organo del letargo » e dalla quantità di grasso minore, che si ritrova negli animali letargici dopo un periodo di letargo, che il peso del corpo di questi fosse in continua diminuzione.

Però la mancanza di pesate giornaliere non fece per molto tempo avere delle cognizioni esatte sull'argomento.

Aristotele riteneva che il ghiro, nell'inverno, quando non mangia, diventi grasso, e Marziale dice:

> Tota mihi dormitur hyems et pinguior illo
> Tempore sum quo me nil nisi somnus alit,

e Agricola ritiene che ciò sia completamente giusto.

Buffon era anche della stessa opinione, e, secondo le sue osservazioni, il ghiro rimane sempre grasso, più però in autunno che in inverno, il grasso sarebbe il suo alimento interno, durante il periodo di letargo.

Secondo Sulzer, il criceto mangerebbe ancora nei primi tempi, dopo che si è chiuso nella sua tana, almeno due terzi ed anche più del nutrimento che ha accumulato e nel frattempo sarebbe grassissimo, e tale rimarrebbe sino a tutta la primavera.

Nel criceto, sempre secondo Sulzer, le glandole del letargo sono molto grosse e numerose. Le glandole situate alle orecchie e quelle sotto le ascelle sono talmente allungate, che si toccano l'una coll'altra. Oltre ciò si trovano altri di questi depositi grassosi nel dorso, fra le scapole: questi depositi di grasso si vedono anche nel sorcio: « È visibilissimo, lungo un pollice e largo mezzo, alla periferia diviene più sottile ed è fatto di due lobi uniti fra di loro da poche fibre cellulari ». Questa glandola dorsale è unita con quelle ascellari per mezzo di molte piccole glandolette, che passano al disotto delle scapole. Sulzer non potè trovare in questa specie di glandola un condotto escretore.

Sulzer intende qui parlare del così detto « organo del letargo », di cui abbiamo già parlato nel capitolo II e specialmente sulle particolarità anatomiche che presenta.

Secondo Pallas, il grasso nel criceto si accumulerebbe nei lombi e ravvolgerebbe i reni dalla parte dorsale e formerebbe un proprio omento sopra il testicolo. Questo grasso, secondo lui, sarebbe nella stessa quantità, sia in primavera come in autunno, però in primavera mancherebbero gli omenti lombari.

Pallas così parla dell'accumulo di grasso nella marmotta Bobac: « Omentum amplissimum. Omenta duo peculiaria lumbaria, digiti immo policis crassitie, pinguedine effarcta, semicircularia, versus pubem connexa cum omentulo quasi quarto, sive pinguedinis lobo ante vesicam collato, priorumque intervallum ad umbilicum usque, explente. Tota regio dorsalis a renibus ad pelvim crassa pinguedine incrustata ».

E dello spermofilo dice: « Omenta lumbaria magna, pinguissima, omnia viscera valvarum instar a latere obvolventia ».

Però nella primavera si ritrovano molto magri nelle loro tane, ed in modo che solo pochissimo grasso è rimasto nelle ascelle e negli altri punti di deposito.

Pallas dice della marmotta Bobac: « Il timo ricopre la parte superiore della cavità toracica al davanti del cuore, avvolge i grossi vasi sanguigni, è acinoso ed ha un tessuto simile al pancreas, però è più ricco di vasi, ripieno di minor quantità di grasso e del peso di mezz'oncia ed uno scrupolo ».

« Un'altra glandola della stessa natura, sotto forma di nastro, composta di acini l'uno ravvicinato all'altro è situata in ogni lato al disotto del muscolo pettorale maggiore ed è del peso di tre dracme ». Pallas aggiunge, che questo timo un po' più grosso, oppure, per meglio dire, questo apparecchio glandolare, analogo al timo, si ritrova in tutti i letargici e maggiormente sviluppato nell'inverno, e sarebbe, secondo lui, destinato a trasformare i liquidi: egli crede ciò tanto più probabile, perchè il letargo di quegli animali è in parte da paragonare alla vita fetale. Pallas

dice che nell'*Arctomys citillus* queste glandole, analoghe al timo, si ritrovano ad ogni lato del collo e sono molto grandi, al disotto dei muscoli pettorali, ed anche il timo vero e proprio è enormemente grosso, mentre nel *dipus iaculus* non si ritrova assolutamente nel torace un accenno di timo.

Saissy ritiene che il peso dei vari mammiferi letargici durante il letargo diminuisce almeno di un terzo.

Cornisch osservò che i moscardini e i pipistrelli perdono 5-7 grani di peso dopo quattordici giorni di letargo. Egli è dell'opinione, che il grasso nei letargici non abbia niente di particolare.

Mangili si occupò anche della funzione del deposito di grasso nella marmotta in letargo e dice: « Quando le marmotte si rintanano sono grassissime e questo grasso serve a ripararle dal freddo ed al loro nutrimento durante il letargo. Durante il sonno letargico non si consuma che una piccola quantità di questo grasso, perchè cavate dalle loro tane alla fine di marzo o ai primi di aprile si riscontrarono ancora notevolmente grasse ». In un altro punto della sua monografia, parlando della perdita di peso subìta dalla marmotta in letargo, così soggiunge: « Una tale differenza di peso ci prova ad evidenza di quale uso possa essere alle marmotte la loro pinguedine durante quelle brevi veglie cui potessero andar soggette per la troppo accresciuta o troppo diminuita temperatura, le quali veglie sappiamo che le passano in un perfetto digiuno, e ciò non ostante i nostri sonnacchiosi mammiferi non ne risentono il più picciolo detrimento ».

Mangili ritiene che la marmotta in letargo perde di peso per due cause:

1° per il naturale lentissimo riassorbimento della pinguedine che ha luogo durante il letargo;

2° per le brevi veglie cui è andata soggetta a motivo della temperatura troppo elevata o troppo rigida.

Il Mangili potè venire a queste conclusioni, perchè si occupò anche di pesare le marmotte durante il loro stato letargico per vedere le perdite di peso che subivano.

Fece la prima pesata il 10 dicembre 1803.

Il peso della marmotta 1 era di once milanesi 25, quello della marmotta 2 era di once 22 e dramma 1.

La seconda pesata fu fatta il 3 gennaio 1804 e nota che nel frattempo il termometro Réaumur aveva variato fra + 5°, + 8°, + 9° R.

La marmotta 1 (la più grossa) aveva perduto 18 danari dal primitivo peso; entro 24 ore si riaddormentò e sotto una temperatura di 5°-8° R. si mantenne in tale stato sino all'11 gennaio, e la marmotta 2 aveva perduto danari 17,5.

La terza pesata fu fatta il 5 febbraio 1804.

La marmotta 1 pesava once 22 e danari 21 (dal 4 gengennaio aveva subìto una perdita di 33 danari) e nel frattempo si era svegliata più volte.

La marmotta 2, piccola, pesava once 21 (dal 4 gennaio aveva perduto 9 danari), questa si svegliò una sola volta, dopo il 15 gennaio, e il suo risveglio durò meno di 24 ore.

Aveva quindi perduto maggiormente di peso quella che si era risvegliata più volte durante il periodo letargico.

Mangili riporta anche i dati di una marmotta che all'inizio del letargo pesava once milanesi 19,5 e 3 danari ed in mesi 3 $^1/_2$ aveva perduto once 2 $^1/_2$.

Prunelle trova nei pipistrelli e nei ricci un nastro di grasso che è dello spessore di circa due linee, che va dal disotto delle costole sino alle vertebre e si riunisce a quella massa di grasso che sta nelle vicinanze dei reni; molto grasso si ritrova anche al disotto della pelle, specialmente del dorso, e al principio di marzo questi accumuli grassosi sono quasi del tutto scomparsi. Prunelle dice che in autunno il *Myoxus nitela* è straordinariamente grasso. Egli poi descrive (descrizione già fatta da Sulzer) un accumulo di grasso nella regione lombare delle marmotte all'avvicinarsi dell'inverno, in primavera però questo è completamente scomparso. Nel caso vengano catturate in giugno ed in luglio, diventano molto facilmente magre e, tenute in prigionia, non diventano molto grasse, il loro letargo è breve e interrotto. Prunelle ha fatto anche delle ricerche sopra l'organo del letargo nella marmotta, che vide diminuire molto durante la stagione invernale, per scomparire quasi, poi, nella primavera.

Prunelle vide due pipistrelli che si trovavano in letargo dal 13 febbraio al 12 marzo, ed ognuno in questo frattempo aveva perduto $^1/_{32}$ del proprio peso ed inoltre osservò che una marmotta, che al 29 febbraio pesava 1468 gr., al 12 aprile susseguente aveva perduto 9 decagrammi.

Un riccio di Monro, che rimase dal dicembre sino al marzo in letargo, senza prendere affatto nutrimento, quantunque alcune volte fosse stato artificialmente risvegliato, perdette in questo frattempo di 2 once di peso.

I risultati di Berger vanno accolti con molta circospezione, perchè le marmotte in esperimento si svegliavano spesso. Di più, nel frattempo, il letargo non era molto profondo e due marmotte avevano perduto in 56 giorni (dal 16 febbraio al 6 aprile) il 24.7 per cento del peso iniziale, che era rispettivamente di grani 21.747 e 17.612.

Un terzo animale, che in origine pesava 16.760 grani, perdette solo il 15 per cento in un periodo di 59 giorni (dal 7 febbraio al 6 aprile).

Vide inoltre, che due moscardini, che erano grassissimi prima di entrare in letargo, dopo 62 giorni di questo, dei quali 58 ne erano passati senza prendere nutrimento alcuno, avevano diminuito di un quarto del loro peso senza emettere nel frattempo nè urine nè feci. Egli ha visto inoltre che un moscardino, il quale non sia in stato letargico, non può restare più di 60 ore senza bere e senza emettere feci ed urine.

Czermack trovò in molti letargici, quasi sempre in settembre, maggiore quantità di grasso bianco fluido nella parte inferiore dell'addome, attorno alla milza e nelle vicinanze dei reni, al davanti dei muscoli addominali.

Il Barkow, in una memoria abbastanza completa per i suoi tempi, sugli animali letargici a sangue caldo e a sangue freddo, per il primo nota, che durante il letargo il peso del corpo non sempre diminuisce, ma rimane talvolta eguale, anzi spesso momentaneamente aumenta. Questo ricercatore notò questa costanza nell'aumento del peso in un *Carabus granulatus* e in molti rospi.

Un criceto che morì a Barkow, durante la primavera, era grassissimo, però ebbe un letargo interrotto. Anche due

criceti, uccisi nella primavera del 1844, che passarono l'inverno senza andare in letargo, erano straordinariamente grassi, il piccolo omento che sta sopra i testicoli era ridotto a un pollice e 5 linee ed era largo 8 linee.

Gli spermofili, sezionati da Barkow durante il letargo, erano molto grassi, gli omenti lombari lunghi e larghi più di un pollice. Molto grasso era depositato al disotto della pelle in questi spermofili.

Un riccio, che Barkow pesò al 17 gennaio e al 26 di aprile, dopo che alcuni giorni avanti si era ridestato dal letargo, aveva perduto 3 once e 6 dracme; un altro, che morì al 26 aprile, aveva perduto nel frattempo 5 once e mezzo.

Sacc fu il primo a notare nelle marmotte il fatto osservato da Barkow in altri animali letargici, che cioè spesso divengono più pesanti, oppure conservano per lungo tempo lo stesso peso corporeo. Tre esemplari del peso iniziale di gr. 2226,1 - 2837,2 - 3027,1 aumentarono in due giorni da 1 grammo a gr. 2,3.

Valentin, in due memorie specialmente, si occupa delle variazioni in peso che subiscono le marmotte ed i ricci durante il letargo, ed esamina abbastanza diligentemente tutti i fattori che su di questo possono influire.

Dalle memorie di Valentin rilevo le perdite di peso che subirono le sue marmotte ed i suoi ricci nello stato di letargo e riassumo queste varie cifre dei suoi risultati sotto forma di tabelle.

Indicazione bibliografica Moleschotts Untersuchung. Band	Seite	Animale	Giorni di letargo	Peso iniziale	Peso finale	Perdita totale	Perdita per cento	Perdita per kg. e per ora grammi
		marmotta						
I	225	I	40	3274.00	2635.3	638.70	19.508	0.2040
I	227	II	40	1083.10	993.6	89.50	8.263	0.0860
I	228	III	70	944.40	733.2	211.20	22.363	0.1330
I	230	IV	146	669.30	440.0	229.30	34.259	0.0980
I	231	V	169	1006.45	597.0	409.45	40.683	* 0.0800
I	232	VI	134	1322.00	1079.5	242.50	18.343	0.0570
I	235	VII	134	1235.20	947.3	287.90	23.397	0.0720
		riccio						
I	244	VIII	50	784.00	594.3	189.70	24.196	0.2040
I	246	IX	26	1027.00	773.0	254.00	24.732	0.6400
		marmotta						
IV	73	1	154	929.70	671.0	258.70	27.826	* 0.0750
IV	73	2	165	899.50	737.1	162.40	18.054	* 0.0450
IV	73	3	165	1756.50	964.3	792.20	45.670	* 1.1380
V	13	E	111	2378.40	1757.3	621.10	26.114	* 0.0980
V	15	F	90	2306.80	1799.2	507.60	22.004	* 1.0180
V	17	G	89	1669.70	1415.4	254.30	15.170	* 0.0710
V	20	H	22	681.60	631.0	50.60	7.423	* 1.4050
V	20	I	51	828.70	634.7	94.00	11.342	* 0.0902

* Queste cifre sono state calcolate da me, le altre sono state calcolate da Ch. Richet.

Marmotte	Media del peso del corpo per tutta la durata del letargo	Perdita media per giorno e per kg. dell'animale
	in grammi	in grammi
2	801,86	1,266
1	802,6	1,926
3	1383,3	3,505

Valentin si occupò anche di vedere la perdita di peso che subiscono le varie parti del corpo negli animali letargici alla fine del loro letargo.

Il grasso scompare più presto nell'addome, ma, alla fine del letargo, quello della cavità orbitaria è anch'esso consumato, come l'aveva veduto Prunelle; se gli animali ricevono molto nutrimento durante il letargo, il grasso pur tuttavia non ricompare alla fine di questo stato: il grasso non è di colorito rossastro, come ha detto Coutet, rispetto a quello delle marmotte sveglie, che sarebbe bianco: vi è solamente una differenza di tinta, che si spiega con la scomparsa del grasso, e naturalmente perciò i vasi sanguigni diventano più evidenti. Egli combatte l'opinione di Prunelle, secondo il quale il grasso trasuderebbe attraverso la pelle. Dopo aver accennato alle cifre date da Daubenton e Berger, per il rapporto del peso dei differenti organi a quello del corpo, Valentin espone i risultati molto dettagliati delle sue pesate dei diversi tessuti (adiposo, muscolare, nervoso) e degli organi (reni, polmoni, ecc.), fatte su tre marmotte, ma che, a confessione stessa dell'autore, non erano in condizioni di letargo assolutamente normali. Queste cifre non sembrano avere un grande interesse dal punto di vista fisiologico del letargo, non essendo prese per comparazione con altri mammiferi roditori non letargici e che si fossero trovati nelle stesse condizioni di ambiente. Per riuscire più completo che sia possibile nella mia esposizione riporto

sotto forma tabellare i risultati ottenuti a questo proposito dal Valentin, ossia la ripartizione del peso per cento netto (cioè della percentuale del peso del corpo, non compresi l'urina e il contenuto del tubo digestivo) delle diverse parti della marmotta prima e dopo il letargo.

Organi	Principio del letargo — Per cento del peso netto	Fine del letargo — Per cento del peso netto
Muscoli del corpo	26.19	+ 29.73
Scheletro	17.34	+ 21.81
Grasso	17.05	traccie
Pelle	16.33	+ 17.13
Fegato	3.33	— 2.25
Organo del letargo	1.33	— 0.68
Cervello	1.08	+ 2.03
Cuore	0.61	+ 0.72
Diaframma	0.60	— 0.54
Reni	0.51	+ 0.93
Midollo	0.26	+ 0.48
Milza	0.096	+ 0.14

Il cervello, il midollo spinale, gli occhi, le glandole salivari, l'esofago, una parte dell'intestino tenue, ma sopratutto l'intestino crasso, i reni e la vescica pesano di più alla fine che all'inizio del letargo. Il grasso è diminuito in un caso dal 17 per cento ad $^{1}/_{16}$ per cento e l'organo del letargo da 1.33 a 0.68 per cento.

Prendendo però in considerazione il valore per cento del peso iniziale di ogni tessuto, si avrebbero, secondo Valentin, i seguenti risultati:

35.1 al disopra della perdita totale media	Grasso	99.31
	Organo del letargo . .	68.78
	Fegato	58.74
	Diaframma	45.65
	Laringe e polmoni. . .	44.50
	Pelle	35.31
35.1 al disotto della perdita totale media	Muscoli del corpo . . .	30.30
	Cuore	27.48
	Glandole salivari . . .	15.00
	Scheletro	11.69
	Milza	10,87
	Intestino tenue	7.65

Queste cifre mostrano che il grasso, l'organo del letargo e il fegato perdono la più gran parte del loro peso. I prolungamenti dell'organo del letargo, discendendo dai due lati dell'aorta, spariscono completamente, ma delle masse considerevoli di questo restano ancora al disotto del cuore, al collo e alle spalle. La perdita di peso di quest'organo è relativamente più rapida nei 44 primi giorni del letargo. Se si cerca, quanto ogni tessuto, ogni organo principale forniscono per la perdita media di ogni giorno, durante il letargo, si ottengono le cifre seguenti:

Organi	Perdita media di ogni giorno, per una marmotta di un chilogrammo, espressa in grammi	
	Dopo un letargo di 44 giorni	Dopo un letargo di 163 giorni
Perdita totale valutata per giorno.	1.90	2.18
Grasso	0.72	0.999
Muscoli del corpo	—	0.49
Pelle	0.10	0.34
Fegato	0.05	0.12
Organo del letargo	0.08	0.05
Polmoni	0.01	0.02
Intestini	—	0.077

Valentin paragona il consumo della marmotta in letargo, con quello dei piccioni che muoiono per fame.

La marmotta consuma sopratutto del grasso, la massa dei muscoli si consuma molto, meno presto di quando l'animale digiuna allo stato di veglia. Il fegato e il tubo digestivo si comportano presso a poco ugualmente. Il polmone contribuisce più fortemente, e il cuore in modo molto minore, alla perdita totale di peso dell'animale letargico.

Nei cani che muoiono per sete, sono i muscoli, la pelle e il grasso, quei tessuti che forniscono la maggiore perdita. Vi è allora una partecipazione più accentuata degli organi del movimento, di quella che non si abbia nelle marmotte in stato di letargo.

Se il cervello, il midollo spinale, gli occhi, i reni, non soffrono alcuna diminuzione forte durante il letargo, lo stesso fenomeno si ripete negli animali che muoiono per fame e per sete. La vescichetta biliare è ugualmente riempita negli animali che sono morti d'inanizione. Il grasso delle marmotte perde molto di più di quello dei piccioni morti per fame. I piccioni, morti per fame, perdono ogni giorno in media: 40 volte della loro massa muscolare, e solamente, 33 volte del tessuto del tubo digestivo, 18.8 volte di fegato, 15 volte di polmoni, 9-13 volte di scheletro col midollo osseo, 5 volte del tessuto cutaneo, più di quello che perda una marmotta in stato di letargo.

Il piccione a digiuno impiega degli organi importantissimi per il mantenimento della vita, come i muscoli, e la marmotta solamente del grasso, che può rimpiazzarsi.

La durata del digiuno dei conigli, prima della morte, è in confronto alla durata del letargo come 1 : 18,9.

Il rapporto della perdita del peso del corpo, durante il digiuno, con quello del letargo, si trova ad essere come 18,3 : 1.

La diminuzione di peso del coniglio o della cavia a digiuno è 21 volte più grande di quella che presenta la marmotta nello stato di letargo.

Valentin ritiene che il letargo duri nella marmotta 163 giorni, come abbiamo già visto nel capitolo V.

Le marmotte di Valentin avevano perduto in media,

in 134 giorni di letargo, da 0,18 a 0,23; mentre i conigli e le cavie morti di fame perdettero 0,35 per cento.

Voit osservò in una marmotta in letargo per la durata di 80 giorni una perdita media giornaliera di gr. 8.5 ovvero (fatto il conto sul peso iniziale di gr. 3612) di gr. 2.3 per chilogrammo e per giorno.

Un contributo molto importante alla perdita di peso delle varie parti del corpo nel letargo, lo dobbiamo all'Aeby, che fece le sue ricerche sopra due marmotte in due distinti periodi: una marmotta, nella primavera del 1872, era magra (alla fine del letargo), una marmotta, nell'inverno del 1873, questa era grassa (all'inizio del letargo); i risultati di ambedue furono comparati con quelli di un coniglio ben pasciuto, ma non completamente sviluppato.

Le ceneri furono portate a 140° e poi pesate.

Riporto sotto forma di quadro (pag. 470-471) i risultati ottenuti da questo diligente ricercatore. Queste sono poi le principali conclusioni che Aeby trae dalle sue esperienze, che ho sopra riportate sotto forma di tabella:

1. Il corpo perde durante tutto il letargo una grande quantità di acqua, alla quale corrisponde una grande concentrazione del sangue e una perdita di acqua dei muscoli. Ciò dipende dalla emissione continua dell'urina, che ha luogo anche durante il letargo e dalla perdita di acqua per la pelle ed i polmoni.

2. La concentrazione del sangue in un lungo letargo non corrisponde alla perdita dei muscoli, che è relativamente più grande.

	Contenuto in sostanza secca		Rapporto
	Sangue	Muscoli	
	per cento	per cento	
Marmotta (1872)	21.37	29.00	1 : 1.36
Marmotta (1873)	17.00	24.64	1 : 1.45

3. La perdita di acqua è differente pei vari organi. Mentre il contenuto in acqua dei muscoli e del sangue diminuisce, il contenuto in acqua del cervello e della milza rimane inalterato. Questo fatto corrisponde colle stesse osservazioni fatte in animali assetati.

4. La perdita di sostanza nel sangue e nei muscoli riguarda relativamente di più il contenuto minerale: ossia la quantità dei sali diminuisce più di tutti, di quello che aumenta contemporaneamente la concentrazione per perdita di acqua, cioè in questa proporzione:

	Residuo secco	Ceneri nella sostanza fresca	Ceneri nella sostanza secca
	per cento	per cento	per cento
Muscoli.			
Marmotta (1872)	29.00	1.145	3.955
Marmotta (1873)	24.64	1.013	4.127
Sangue.			
Marmotta (1872)	21.37	0.91	4.26
Marmotta (1873)	17.00	0.87	5.11

5. Nel cervello, nella milza e nel fegato avviene viceversa; c'è una ritenuta, un deposito maggiore di sostanze minerali. La relativa forte diminuzione del contenuto minerale nel sangue e nei muscoli è unita a ciò, e non è da ascriversi alla perdita per l'urina e per le feci.

6. In un lungo letargo c'è una forte produzione di glicogeno nel fegato.

Analisi comparata sopra il contenuto in acqua e ceneri dei differenti

	Marmotta (1872)		
	Residuo fisso per cento	Ceneri nella sostanza fresca	Ceneri nella sostanza secca
Cuore	23.10	1.13	4.90
Fegato	30.20	2.17	7.20
Polmoni	22.80	1.39	6.14
Tricipite del braccio	29.35	1.18	4.02
Quadricipite del femore	30.11	1.15	3.84
Bicipite del braccio	28.14	1.11	3.94
Sotto-scapolare	28.40	1.14	4.02
Reni	21.03	1.28	6.08
Milza	24.42	1.61	6.64
Vescica urinaria	21.85	0.83	3.34
Intestino	23.42	1.07	4.57
Stomaco	20.53	0.81	3.95
Diaframma	23.90	1.14	4.77
Lente cristallina	30.55	..	..
Pelle	49.80	0.98	1.97
Cervello	19.75	1.61	8.15
Cervelletto	17.29	1.51	8.73
Glandola del letargo	45.50	1.35	2.97
Intestino tenue	23.57	1.34	5.68
Aorta	35.30	0.87	2.46
Esofago	20.10	0.84	4.18
Bronchi	32.48	4.74	14.60
Bile	27.78	7.32	26.40
Contenuto stomacale	1.73	..	..
Contenuto dell'intestino cieco	3.00	1.31	13.64
Escrementi	64.70	3.65	5.64
Urina	9.68	0.35	3.62
Sangue	21.37	0.91	4.26
Cartilagini delle costole	40.33	14.89	..
Ossa	86.20	59.54	..

organi nella marmotta in letargo e nel coniglio (secondo Aeby).

(Schmiedebergs, *Archiv*, Bd. III, S. 182).

Marmotta (1873)			Coniglio (1872)		
Residuo fisso per cento	Ceneri nella sostanza fresca	Ceneri nella sostanza secca	Residuo fisso per cento	Ceneri nella sostanza fresca	Ceneri nella sostanza secca
20.25	0.99	4.90	20.17	1.27	6.29
26.42	1.40	5.30	28.03	1.58	5.64
22.62	1.18	5.23	20.39	1.37	6.72
24.65	1.02	4.14			
24.98	0.99	4.00	Adduttori della coscia 23.10	1.29	5.59
..	..	..			
24.30	1.03	4.24			
19.90	1.15	5.80	21.88	1.35	6.17
24.46	1.26	5.18	21.31	1.70	7.97
..	..	..	19.70	1.21	6.14
..	..	..	17.22	1.29	7.49
..	..	..	20.62	1.09	5.28
..	..	..	21.00	1.05	5.00
..	..	..	34.50	..	..
40.60	0.75	1.84	21.68	0.84	3.88
19.00	1.39	7.33			
20.09	1.38	6.88	Cervello e cervelletto 20.38	1.43	7.01
46.10	1.07	2.33			
..	..	..	18.96	1.56	8.23
..	..	..	..	..	..
..	..	..	..	..	..
..	..	..	..	..	..
..	..	..	..	..	..
17.70	..	..	..	..	..
3.15	0.89	28.50	..	..	..
17.00	1.24	7.30	..	..	..
..	..	..	..	..	..
..	..	..	5.55	0.16	2.87
17.00	0.87	5.11	15.90	0.72	4.53
..	..	..	..	..	..
..	..	..	..	..	..

Riporto, traendola da Horvath, una tabella contenente i risultati da lui ottenuti sulla perdita di peso dei suoi spermofili. Bisogna però avvertire, che questi animali si nutrivano durante i frequenti periodi di risveglio e quindi non possono essere tenuti questi risultati come veri e propri valori assoluti. All'inizio del letargo variarono da un peso di gr. 269 ad un peso di gr. 73. Uno spermofilo, di peso così basso, morì dopo breve tempo, ed Horvath crede che questo sia il peso minimo che abbia presentato uno di questi animali viventi. Horvath non potette mai osservare in questi spermofili un aumento di peso, perchè, secondo lui, *non ebbe a disposizione dei mezzi adatti per constatare ciò*. Ammette anche lui, che i letargici in genere sono molto grassi nell'autunno, in primavera invece, dopo che hanno passato l'inverno in letargo, questi animali sono molto magri.

Tabella dei pesi degli spermofili di Horvath all'inizio del periodo le'argico dell'anno 1874-75 e alla fine dello stesso.

Spermofilo	Peso dell'animale al 1° novembre 1874		Peso dell'animale al 17 marzo 1875	Differenza
	Grammi		Grammi	
1	187		morto	
2	256		239	— 17.0
3	206		168 1/2	— 37.5
4	235		205	— 30.0
5	246		259	+ 13.0
6	185		115	— 70.0
7	177		177	
8	150		135 1/2	— 14.5
9	191		147	— 44.0
10	73	(l'animale fu pesato morto)	morto	
11	265	(astracanico)	213 1/2	— 51.5
12	178		morto	
13	132		morto	
14	190		168 1/2	— 21.5
15	155		160 1/2	+ 5.5
16	180	(astracanico)	morto	
17	190		145 1/2	— 44.5
18	143		127 1/2	— 15.5
19	173		133 1/2	— 39.5
20	244		223	— 21.0
21	105		morto	
22	161		114 1/2	— 46.5
23	136		184 1/2	+ 48.5
24	148		morto	
25	132		110	— 22.0
26	155		162	+ 7.0
27	194		136	— 58.0
28	162		145	17.0
29 (*a*)	160		173	+ 13.0
29 (*b*)	151		153	+ 2.0
30 (*a*)	164		142 1/2	— 21.5
30 (*b*)	130		137 1/2	+ 7.5
31 (*a*)	177	astracanici	178 1/2	+ 1.5
31 (*b*)	212	astracanici	177	— 35.0
31 (*c*)	269	astracanici	241	— 28.0

Albini osservò un aumento di peso nei moscardini tenuti da lui in osservazione durante lo stato di letargo.

Il Dubois, invece di pesare di quando in quando le marmotte, per vedere più esattamente la curva nel peso, adoperò la bilancia compensatrice registrante di Rédier, per mezzo della quale potè ottenere delle curve grafiche non interrotte per molte settimane consecutive.

Qualunque movimento dell' animale non portava alterazione; si noti che le urine e le feci erano raccolte in vasi. L'apparecchio serviva anche per fare delle ricerche sulla respirazione.

Nota anche lui, come Sacc e Valentin, dei leggieri aumenti di peso nel letargo profondo e la perdita finale totale che ottiene è eguale a un quarto del peso dell'animale, ossia 200 grammi per chilo di marmotta per tutta la durata del letargo.

La perdita totale è quella che si avrebbe in dodici giorni di digiuno assoluto della marmotta.

Dubois calcola che la perdita di peso di grammi 200 per chilogramma vada così ripartita:

Grasso	Gr.	85
Albumina	»	25
Acqua	»	90

La quantità totale delle sostanze escrete è di 495 grammi per chilogramma, in ragione dell' ossigeno fissato, che si ripartiscono nella maniera seguente:

Acqua formata per fissazione dell' ossigeno	Gr.	99
CO_2 per fissazione di O_2	»	283
Acqua di disidratazione dei tessuti . .	»	97
Residui solidi organici ed inorganici . .	»	16

La marmotta in 160 giorni di letargo non consuma più di un altro roditore in dodici giorni di veglia a digiuno assoluto, rientra quindi questo fatto, secondo Dubois, nella legge generale della nutrizione.

I risvegli, le eccitazioni, la perdita del pelo, tutte le cause che favoriscono la diminuzione del calore, accele-

rano la perdita di peso durante il letargo. Appena il letargo è finito, l'aumento di peso comincia e si continua progressivamente sino all'entrata dell'inverno.

Dutto si occupò di studiare anche lui la perdita di peso sulle marmotte nello stato di letargo.

Ecco i dati da lui riportati sulla perdita di peso di una marmotta:

7 gennaio, inizio del letargo	. . .	720 gr.
28 aprile, fine	. . .	570
Perdita	. . . . .	150 gr. in 118 giorni
	ossia gr. 1.76 per kgr.	

Valentin trovò gr. 1,74, 1,37, 2.35 al giorno per chilogramma di animale in marmotte con periodi di risveglio assai rari. Dutto, accennando ai risvegli avuti dalle marmotte di Valentin, dice, che siccome la temperatura ambiente era molto bassa, durante i più rapidi risvegli, le marmotte dovevano produrre una quantità di calore maggiore per portare la loro temperatura ad un grado più elevato; quindi, si aveva un maggior consumo di materiali. Egli ritiene che alcuni risvegli, se non sono registrati, possono passare inosservati, perchè questi possono essere brevi ed avvenire nella notte.

La marmotta di Dutto, che si trovava in letargo incompleto, perdette otto grammi al giorno, mentre, come osserva egli stesso, nel letargo perfetto e profondo perde in media grammi 2.19 al giorno.

Camus e Gley osservarono che i ricci, alla fine del letargo, perdevano un terzo del loro peso. Alla stessa cifra giunge anche l'Horvath con osservazioni sui ricci.

I due primi autori hanno ottenuto durante l'inverno 1901 una perdita quotidiana di grammi 2.28 in un riccio, il cui peso iniziale era di 130 grammi il 23 novembre. Lo studio più completo sulla perdita di peso del riccio lo dobbiamo ad Horvath. Egli premette che il letargo cominci nell'autunno, quando l'animale è ben nutrito ed ha molto grasso e finisce, quando questo grasso è consumato. Secondo lui, non si possono considerare come dei processi identici i due fenomeni del digiuno prolungato e del letargo.

In questi due stati la respirazione, il funzionamento del cuore e il metabilismo non sono gli stessi. Horvath riporta l'esempio di due ricci durante il letargo 1884-85.

	Trovato		Cifre riportate al kgr.	
	A	B	A	B
Pesi iniziali del riccio. . { A . . . 280 gr. / B . . . 865 gr.				
Durata del letargo . . giorni	236	143	240	165
Perdita totale . . . . gr.	500	415	510	479
Perdita quotidiana media »	2,11	2,9	2,15	3,35

Noè però è stato quello, che in un lavoro molto interessante e con una lunga serie di minuziose ricerche, ha studiato la questione della perdita del peso nel riccio (*Erinaceus europaeus*) nello stato di letargo, lavoro che andremo esaminando mano mano che verremo parlando delle variazioni che subisce il peso degli animali letargici e sulle cause che le determinano.

Il peso dei ghiri, adoperati da Pembrey, al primo e all'ultimo esperimento sullo scambio respiratorio ed anche durante questo frattempo, viene dato dalla tabella seguente:

Ghiro	Peso grammi	Data 1902	Peso grammi	Data 1902	Peso grammi	Data 1902	Peso finale grammi
I	22	10–II	18	20–V	17	19–VII	5
II	23	11–II	20	27–V	..	..	..
III	20	12–II	16	28–IV	10	19–VII	10
IV	19	18–II	15	16–IV	10	21–IV	9
V	23	25–II	..	..	13	18 IV	10
VI	17	27–II	15	16–IV	12	24–IV	5

Le variazioni del peso dei ricci, da lui adoperati per le esperienze sugli scambi respiratori, sono queste:

Numero dei ricci	Peso grammi	Data	Peso grammi	Data	Osservazioni
		1901		1901	
II	548	13–XI	473	19–XI	Morto 26 XI 901.
				1902	
III	548	28–XI	429	6–III	Morto 20-III-902. Peso totale gr. 377.5. Pelle gr. 127.5.
IV	698	3 XII	650	9–I	Completamente tranquillo due mesi dopo l'ultimo esperimento.
		1902			
V	580	14–I	561	27–I	Morto 26–III–902.
VI	591	5–III	554	6–III	Completamente tranquillo due mesi dopo l'ultimo esperimento.

Weinland in una ricerca eseguita su una marmotta nell'inverno 1896-97 in novantadue giorni di letargo notò una perdita totale di peso di grammi 657, ossia di gr. 7.14 per giorno; tenendo conto del peso iniziale di questa marmotta di grammi 3044, di una perdita di grammi 2.3 per chilogramma e per ora.

Lo stesso Weinland fece altre osservazioni sulla perdita di peso in due marmotte letargiche nell'inverno 1905-906: in uno di questi animali notò in ventisei giorni di letargo una perdita di grammi 295, ossia di grammi 11.34 per giorno e tenendo conto del peso iniziale di grammi 3272, di grammi 3.5 per chilogramma e per giorno; in una seconda marmotta osservò in ventinove giorni di letargo una perdita di grammi 248.4, ossia di grammi 8.57 per giorno e, tenendo conto del peso iniziale di grammi 3543, di grammi 2.4 per chilogramma e per giorno. Mentre invece un coniglio da lui tenuto a digiuno nello stesso periodo perdeva grammi 10 per chilogramma e per giorno.

Variazioni di peso osservate in tre marmotte

Data	* Pressione barometrica a 0° e al mare medie	Temperatura Minima	Temperatura Massima	Psicrometro medie Tensione del vapore in mm.	Psicrometro medie Umidità relative in mm.	Quantità d'acqua in mm. nelle 24 ore Evaporata	Quantità d'acqua in mm. nelle 24 ore Caduta	Peso marmotta A maschio	Differenza del peso col giorno antecedente grammi	Variazione del peso per kg. e per ora	Osservazioni
1895											
dic.											
4	67.7	8.0	10.0	6.5	68	0.9	..	1584.033	..	..	
5	65.2	8.0	11.0	8.0	72	0.9	..	1585.062	+ 1.029	+ 0.002	
6	56.2	9.5	12.0	7.5	65	1.2	..	1585.914	+ 0.852	+ 0.022	
7	50.7	10.5	12.0	4.4	36	2.3	..	1585.953	+ 0.039	+ 0.001	
8	57.9	10.0	13.0	1.5	19	2.9	0.2	1584.073	— 1.880	— 0.004	
9	66.6	8.5	10.5	1.6	20	2.2	..	1583.148	0.925	— 0.024	
10	63.9	8.5	10.0	5.7	61	1.6	1.1	1583.043	— 0.105	— 0.002	
11	62.3	8.0	10.0	4.3	47	2.0	..	1582.953	- 1.090	— 0.028	
12	63.2	8.5	10.0	4.9	59	1.5	..	1582.393	— 0.560	— 0.015	
13	47.3	9.0	10.0	5.4	59	1.6	goccie	1582.231	— 0.162	— 0.004	
14	49.9	8.5	10.0	1.7	18	2.4	..	1541.233	— 0.998	— 0.026	
15	51.9	8.5	10.5	5.0	50	1.9	0.1	1540.833	— 0.400	— 0.001	
16	50.6	8.5	10.5	4.1	61	1.4	2.7	1541.185	+ 0.352	+ 0.009	
17	54.5	7.0	8.0	4.7	72	1.0	15.1 con m. f.	1541.033	— 0.152	- 0.003	
18	56.1	6.0	8.0	4.4	68	1.0	15.9	1540.843	— 0.190	— 0.005	
19	51.8	6.0	7.0	5.8	76	0.8	49.0	1540.903	+ 0.060	+ 0.001	
20	51.6	6.5	7.0	5.9	76	1.1	55.7	1541.110	+ 0.207	+ 0.005	
21	51.6	6.0	8.0	5.7	68	1.0	0.1	1541.183	+ 0.073	+ 0.001	
22	58.1	7.0	9.0	6.7	68	0.7	..	1541.208	+ 0.025	+ 0.0006	
23	57.0	7.0	9.0	7.9	80	0.7	..	1541.233	+ 0.025	+ 0.0006	
24	56.1	7.0	9.0	6.3	72	1.0	18.8	1541.148	- - 0.085	- 0.002	
25	54.7	8.0	9.5	7.2	74	0.7	2.4	1540.948	— 0.200	— 0.005	
26	59.2	8.5	10.0	7.3	68	0.8	..	1540.748	0.200	— 0.005	urina
27	59.8	9.5	10.5	5.7	64	1.5	2.4	..	..	..	svegli

* Le altezze sono diminuite di 700 mm.

in un periodo di letargo (Polimanti 1895-96).

Peso marmotta *B* femmina	Differenza del peso col giorno antecedente grammi	Variazione del peso per kg. e per ora	Osservazioni	Peso marmotta *C* femmina	Differenza del peso col giorno antecedente grammi	Variazione del peso per kg. e per ora	Osservazioni
..	..	..		..	..	..	
1418.550	..	..		..	..	..	
1419.183	+ 0.633	+ 0.018		..	..	..	
1419.133	— 0.050	..		..	..	..	
1417.569	— 1.564	- 0.004		..	..	..	
1416.848	- 0.721	- 0.021		..	..	..	
1416.693	— 0.155	-- 0.004		..	..	..	
1416.348	— 0.345	-- 0.010		..	..	..	
1415.957	0.391	— 0.010	urina	..	..	..	
..	..	..	sveglia	..	..	..	
1415.115	— 0.842	0.024	urina	..	..	..	
..	..	..	sveglia	..	..	..	
1359.438	- 64.676	— 1.990		..	..	..	
1359.273	-- 0.165	+ 0.270		..	..	..	
1359.050	— 0.223	— 0.006		..	..	..	
1359.068	+ 0.018	..		..	..	..	
1359.183	+ 0.115	..		..	..	..	
1359.153	— 0.030	..		2503.071	..	..	
1359.103	— 0.050	..		2447.329	— 55.742	— 0.940	
1359.070	— 0.033	..		2447.511	+ 0.182	+ 0.002	
1358.833	— 0.237	- 0.007		2447.448	— 0.063	..	
1358.633	-- 0.195	— 0.005		2447.248	- 0.200	— 0.003	
..	..	..	sveglia, ha defecato	2446.608	0.640	— 0.010	
..	..	..	sveglia, urina	..	..	..	sveglia

Segue Variazioni di peso osservate in tre marmotte

Data	Pressione barometrica a 0° e al mare (medie)	Temperatura		Psicrometro (medie)		Quantità d'acqua in mm. nelle 24 ore		Peso marmotta A maschio	Differenza del peso col giorno antecedente grammi	Variazione del peso per kg. e per ora	Osservazioni
		Minima	Massima	Tensione del vapore in mm.	Umidità relative in mm.	Evaporata	Caduta				
1895 dic.											
28	68.7	8.0	10.5	3.8	54	1.4	..	..	..	..	sveglia
29	65.4	6.0	7.5	3.0	47	1.8	..	1495.513	— 35.235	— 0.981	
30	61.8	6.0	8.0	5.0	62	0.6	..	1496.133	+ 0.620	+ 0.017	
31	59.0	6.0	9.0	7.8	85	0.4	0.3	1496.333	+ 0.200	+ 0.005	
1896 genn.											
1	61.9	7.5	9.0	6.1	61	1.1	..	1496.623	+ 0.290	+ 0.008	
2	69.5	8.0	9.0	4.6	61	0.9	..	1496.233	— 0.390	— 0.008	
3	67.5	6.0	8.5	4.2	48	1.0	..	1495.653	— 0.580	— 0.016	
4	64.1	7.0	8.0	5.9	65	0.6	..	1495.543	— 0.110	— 0.003	
5	67.2	7.0	9.0	2.9	30	2.1	..	1495.063	— 0.480	— 0.013	
6	70.8	7.5	9.0	4.2	47	1.7	..	1494.508	— 0.555	— 0.015	
7	70.4	6.0	9.0	3.0	41	1.5	..	1493.703	— 0.805	— 0.022	
8	64.6	6.5	8.5	4.9	52	1.3	..	1493.723	+ 0.020	..	
9	59.9	6.0	9.0	2.4	39	2.5	..	1492.968	— 0.754	— 0.021	
10	65.2	5.5	8.0	2.3	38	2.4	..	1492.233	— 0.735	— 0.020	
11	66.7	5.0	6.5	3.0	58	1.7	..	1491.833	— 0.400	— 0.011	
12	62.5	5.0	6.5	2.8	34	2.0	..	1491.733	— 0.100	..	
13	59.4	5.5	7.5	4.8	54	1.4	..	1491.583	— 0.150	— 0.004	
14	55.1	6.5	8.0	5.0	71	0.7	5.0	1491.593	+ 0.010	..	
15	55.4	6.5	8.0	2.9	41	1.9	..	1491.271	— 0.322	— 0.008	
16	59.8	6.5	9.0	3.0	31	2.2	..	1483.275	— 7.996	— 0.220	
17	62.8	7.0	9.5	4.9	48	1.6	..	1480.733	— 2.542	— 0.070	
18	64.4	8.0	10.0	7.6	77	0.5	..	1482.083	+ 1.350	+ 0.030	

in un periodo di letargo (Polimanti 1895-96).

Peso marmotta *B* femmina	Differenza del peso col giorno antecedente grammi	Variazione del peso per kg. e per ora	Osservazioni	Peso marmotta *C* femmina	Differenza del peso col giorno antecedente grammi	Variazione del peso per kg. e per ora	Osservazioni
..	..	..	sveglia	2444.803	— 1.805	— 0.030	
1322.843	— 35.795	— 1.120		..	..	..	sveglia
1322.900	+ 0.057	..		..	..	..	urina dal 29 al 30
1332.783	— 0.117	— 0.003		..	..	..	si riaddormenta leggermente
1322.833	+ 0.050	..		2369.745	— 75.058	— 1.350	
1322.533	— 0.300	— 0.009		2369.468	— 0.277	— 0.004	
1321.883	— 0.650	— 0.020		2368.748	— 0.720	— 0.012	
1321.733	— 0.150	— 0.004		2368.678	— 0.070	..	
1321.213	— 0.520	— 0.016		2370.848	+ 2.170	+ 0.030	
1320.733	— 0.480	— 0.015		2367.248	— 3.600	— 0.060	
1320.063	— 0.670	— 0.021		2366.398	— 0.850	— 0.015	
1320.033	— 0.030	— 1.460		2366.148	— 0.250	— 0.004	
1319.383	— 0.650	— 0.020		2365.148	— 1.000	— 0.010	
1318.683	— 0.700	— 0.020		2364.068	— 1.080	— 0.010	
1315.025	— 3.658	— 0.110		2354.590	— 9.978	— 0.170	sveglia nel mattino
1290.536	— 14.489	— 0.460		2350.255	— 4.335	— 0.070	leggermente addormentata
1291.233	+ 0.697	+ 0.024		2350.358	+ 0.103	+ 0.001	
1291.793	+ 0.560	+ 0.018		2351.028	+ 0.670	+ 0.011	
1291.503	— 0.290	— 0.009		2350.740	— 0.288	— 0.005	
1291.203	— 0.300	0.0096		2350.393	— 0.347	— 0.006	
1290.733	— 0.470	— 0.015		2349.788	— 0.605	— 0.010	
1290.832	— 0.099	..		2349.848	+ 0.060	..	

Segue Variazioni di peso osservate in tre marmotte

Data	Pressione barometrica a 0° e al mare (medie)	Temperatura Minima	Temperatura Massima	Psicrometro (medie) Tensione del vapore in mm.	Psicrometro (medie) Umidità relative in mm.	Quantità d'acqua in mm. nelle 24 ore Evaporata	Quantità d'acqua in mm. nelle 24 ore Caduta	Peso marmotta A maschio	Differenza del peso col giorno antecedente grammi	Variazione del peso per kg. e per ora	Osservazioni
1896											
genn.											
19	69.4	9.0	10.0	5.1	53	1.5	..	1482.203	+ 0.120	+ 0.003	
20	69.0	8.5	10.5	4.7	48	1.5	..	1481.833	— 0.370	— 0.007	
21	70.8	9.0	10.5	4.0	42	2.1	..	1481.098	— 0.735	— 0.020	
22	70.6	8.5	10.0	4.8	48	1.6	..	1480.710	— 0.388	— 0.010	
23	68.2	9.0	10.0	6.1	73	0.7	8.5	1480.533	— 0.177	— 0.005	
24	69.0	8.5	10.0	3.5	47	1.7	..	1480.193	— 0.340	— 0.009	
25	67.5	7.5	10.0	3.2	45	1.8	..	1479.623	— 0.570	— 0.016	
26	66.6	6.5	10.5	2.7	33	2.4	..	1479.023	— 0.590	— 0.016	
27	67.7	7.0	9.0	2.9	40	2.3	..	1478.523	— 0.510	— 0.014	
28	74.4	6.5	8.0	2.5	38	2.1	..	1478.083	— 0.440	— 0.012	
29	76.9	6.0	8.0	2.4	27	2.3	..	..	..	..	sveglia ha defecato
30	78.9	6.0	9.0	3.3	34	2.4	..	1470.023	— 8.060	— 0.220	
31	77.3	7.0	10.0	5.4	59	1.1	..	1470.533	+ 0.510	+ 0.014	
febbr.											
1	72.5	8.0	11.0	6.9	68	1.0	..	1470.383	— 0.150	— 0.004	
2	71.4	9.0	11.0	6.4	62	0.7	..	1471.413	+ 1.030	+ 0.020	
3	73.4	10.0	11.5	6.5	60	1.1	..	1471.053	— 0.360	— 0.010	
4	76.0	9.5	12.0	3.4	35	3.4	..	1470.383	— 0.670	— 0.018	
5	73.5	10.0	12.0	5.9	57	1.4	..	1469.853	— 0.530	— 0.015	
6	74.4	9.5	13.0	6.6	65	1.1	..	1469.403	— 0.450	— 0.012	urina
7	72.8	10.0	12.0	6.5	65	0.9	..	..	..	..	sveglia
8	71.2	10.0	13.0	6.3	59	1.0	..	1426.753	— 42.650	— 1.240	
9	71.4	10.0	13.0	6.5	60	1.1	..	1426.703	— 0.050	..	
10	72.9	10.5	13.0	6.9	66	1.0	..	1426.680	— 0.023	..	
11	73.4	10.0	13.0	7.3	68	0.6	..	1426.033	— 0.547	— 0.016	

in un periodo di letargo (Polimanti 1895-96).

Peso marmotta *B* femmina	Differenza del peso col giorno antecedente grammi	Variazione del peso per kg. e per ora	Osservazioni	Peso marmotta *C* femmina	Differenza del peso col giorno antecedente grammi	Variazione del peso per kg. e per ora	Osservazioni
1290.633	— 0.199	— 0.006		2349.427	— 0.421	— 0,007	
1290.196	— 0.437	— 0.014		2348.838	— 0.589	— 0.010	
1289.438	— 0.758	— 0.020		2347.768	— 1.070	— 0.018	
..	..	..		2347.298	— 0.470	— 0.008	
1263.113	— 26.335	— 0.860		2346.918	— 0.380	— 0.008	
1263.233	+ 0.120	+ 0.003		2346.448	— 0.470	— 0.008	
1262.853	— 0.380	— 0.010		..	..	..	sveglia
1262.333	— 0.520	— 0.017		2336.348	— 10.100	— 0.170	
1261.813	— 0.520	— 0.017		2335.993	— 0.355	— 0.006	
1261.553	— 0.260	— 0.008		2335.728	— 0.265	— 0.004	
1261.023	— 0.530	— 0.017		2335.168	— 0.560	— 0.009	
1260.673	— 0.350	— 0.011		2334.828	— 0.340	— 0.006	
1260.653	— 0.020	..		2334.578	— 0.250	— 0.004	
1260.113	— 0.540	— 0.017		2335.128	+ 0.550	+ 0.009	
..	..	..	sveglia	2334.898	— 0.230	— 0.004	
1254.293	— 5.820	— 0.180		2334.298	— 0.600	— 0.010	
1254.453	+ 0.160	+ 0.005		..	..	..	sveglia
1254.183	— 0.270	— 0.008		2322.548	— 11.750	— 0.210	
1253.783	— 0.400	— 0.013		2322.668	+ 0.120	+ 0.002	
1253.583	— 0.200	— 0.006		2322.598	— 0.070	..	
1253.403	— 0.180	— 0.005		2322.368	— 0.230	— 0.004	
1253.003	— 0.400	— 0.016		2321.878	— 0.490	— 0.008	
1252.733	0.270	— 0.008		2321.348	— 0.530	— 0.009	
1252.133	— 0.600	— 0.019		..	..	..	sveglia

Segue Variazioni di peso osservate in tre marmotte

Data	Pressione barometrica a 0° e al mare (medie)	Temperatura		Psicrometro (medie)		Quantità d'acqua in mm. nelle 24 ore		Peso marmotta A maschio	Differenza del peso col giorno antecedente grammi	Variazione del peso per kg. e per ora	Osservazioni
		Minima	Massima	Tensione del vapore in mm.	Umidità relative in mm.	Evaporata	Caduta				
1896 febbr.											
12	71.0	10.5	13.0	7.3	69	0.8	..	1425.803	— 0.230	— 0.006	
13	65.9	12.0	13.0	7.0	64	1.0	..	1425.523	— 0.280	— 0.005	
14	69.4	11.5	13.5	7.3	69	0.9	..	..	..	..	sveglia
15	66.1	12.0	13.5	7.1	67	0.7	..	1418.900	— 6.723	— 0.190	
16	73.3	11.0	13.5	3.8	43	1.9	..	1418.483	— 0.417	— 0.012	
17	75.2	10.0	12.5	4.3	50	1.3	..	1417.733	— 0.750	— 0.022	
18	72.3	9.0	12.5	4.4	46	1.5	..	1417.253	— 0.480	— 0.014	
19	66.7	9.0	12.5	6.2	63	1.2	..	1417.133	— 0.120	— 0.003	
20	61.7	10.0	12.0	5.8	57	0.9	..	1417.033	— 0.100	..	
21	60.0	10.0	12.0	4.1	59	1.8	0.2	1416.483	— 0.550	— 0.016	
22	62.2	8.0	11.0	2.2	36	1.6	..	1415.633	— 0.850	— 0.025	
23	66.1	6.5	9.0	2.0	32	2.2	..	1415·093	— 0.540	— 0.015	
24	61.6	6.0	8.0	3.1	61	2.0	..	1414.633	— 0.460	— 0.013	
25	54.3	6.0	8.0	3.1	68	gelo	0.3	1414.533	— 0.100	..	
26	48.8	4.0	5.0	4.0	64	0.6	neve fusa 0.9	..	..	..	sveglia
27	57.4	5.0	7.0	4.3	59	1.0	0.1	1406.000	— 8.533	— 0.250	urina
28	63.1	6.0	9.0	5.6	59	1.3	..	1407.183	+ 1.183	+ 0.030	
29	61.2	8.0	10.0	6.6	66	1.0	..	1407.663	+ 0.480	+ 0.014	
mar.											
1	59.2	9.0	10.5	7.4	72	0.6	..	1407.833	+ 0.170	+ 0.004	
2	54.6	10.0	11.0	7.1	73	1.4	1.9	1407.733	— 0.100	..	
3	56.4	10.0	11.0	5.4	53	1.3	..	1407.333	— 0.400	- 0.011	
4	52.1	11.0	12.0	7.9	78	0.9	3.1	1407.083	– 0.250	— 0.007	
5	53.3	11.0	12.0	6.3	59	1.2	0.1	1406.883	0.200	– 0.005	
6	62.5	4.0	13.0	3.5	29	1.2	..	1405.543	— 1.340	— 0.030	

...n un periodo di letargo (Polimanti 1895-96).

Peso marmotta *B* femmina	Differenza del peso col giorno antecedente grammi	Variazione del peso per kg. e per ora	Osservazioni	Peso marmotta *C* femmina	Differenza del peso col giorno antecedente grammi	Variazione del peso per kg. e per ora	Osservazioni
1245.950	— 6.183	— 0.200		..	..	..	dorme poco
1246.403	+ 0.453	+ 0.015		2309.548	— 11.800	— 0.210	
1246.463	+ 0.060	..		2309.218	— 0.330	— 0.004	
1246.183	— 0.280	— 0.009		2308.748	— 0.470	— 0.008	
1245.453	— 0.730	— 0.024		2307.548	— 1.200	— 0.020	
1244.643	— 0.810	— 0.027		2305.098	— 2.450	— 0.040	
1244.213	— 0.430	— 0.014		2305.448	+ 0.350	+ 0.004	
1244.053	— 0.060	..		2305.248	— 0.200	— 0.003	
1243.833	— 0.220	— 0.007		..	..	..	sveglia
..	..	..	sveglia	..	..	..	leggermente addormentata
1203.183	— 40.650	— 1.400		2294.768	— 10.480	— 0.190	
1202.973	0.210	— 0.007		2293.978	— 0.790	— 0.014	
1202.703	— 0.270	— 0.009		2293.448	— 0.530	— 0.009	
1202.563	— 0.140	— 0.004		2293.248	— 0.200	— 0.003	
1202.533	— 0.030	..		..	..	..	sveglia, urina e defeca
1202.603	+ 0.070	..		..	..	..	leggermente addormentata
1202.633	+ 0.030	..		2166.698	— 126.550	— 2.430	
1201.863	0.770	— 0.026		2167.348	+ 0.650	+ 0.012	
1202.833	+ 0.970	+ 0.031		2167.528	+ 0.180	+ 0.003	
1202.833	..	..		2167.648	+ 0.120	+ 0.002	
1202.233	— 0.600	— 0.020		2166.848	— 0.800	— 0.015	
1202.083	- 0.150	0.005		2166.648	— 0.200	— 0.003	
1201.783	— 0.300	— 0.010		2166.198	— 0.450	— 0.008	
..	..	..	sveglia	2164.948	— 1.250	— 0.020	

Segue Variazioni di peso osservate in tre marmotte

Data	Pressione barometrica a 0° e al mare (medie)	Temperatura		Psicrometro (medie)		Quantità d'acqua in mm. nelle 24 ore		Peso marmotta A maschio	Differenza del peso col giorno antecedente grammi	Variazione del peso per kg. e per ora	Osservazioni
		Minima	Massima	Tensione del vapore in mm.	Umidità relative in mm.	Evaporata	Caduta				
1896 mar.											
7	64.6	12.0	14.0	7.5	66	1.3	..	..	..	..	sveglia
8	61.1	12.0	14.0	8.2	72	0.5	..	1365.253	— 40.290	— 1.220	
9	58.0	13.0	14.5	8.6	71	0.9	..	1366.053	+ 0.800	+ 0.024	
10	57.5	14.5	15.0	7.4	63	1.7	..	1365.533	— 0.520	— 0.015	
11	64.8	13.0	15.0	3.8	36	2.3	..	1363.983	— 1.450	— 0.040	
12	61.7	13.0	15.0	6.7	62	1.7	..	1363.353	— 0.630	— 0.019	
13	58.3	13.0	14.0	7.5	72	1.1	0.3	1362.983	— 0.370	— 0.010	
14	58.5	13.0	14.5	8.1	70	0.8	..	1362.753	— 0.230	— 0.007	
15	63.9	13.0	15.0	8.0	64	0.8	..	.	..	..	sveglia
16	68.2	13.0	15.5	6.9	55	1.2	..	..	..	..	sveglia
17	68.4	13.5	16.0	8.6	78	0.7	0.2	1353.813	— 8.940	— 0.270	
18	64.9	14.0	15.5	8.5	68	0.7	..	1353.843	+ 0.030	..	
19	61.7	14.5	15.5	6.9	60	2.2	0.1	1353.033	— 0.810	— 0.024	
20	64.2	14.0	15.5	7.1	58	1.7	2.7	1352.493	— 1.540	— 0.040	
21	64.5	14.0	15.5	8.0	67	1.1	9.5	1352.153	— 0.340	— 0.010	
22	65.2	13.5	16.5	6.9	46	2.1	..	..	..	..	sveglia
23	64.7	13.5	18.5	8.2	57	1.2	..	..	..	..	sveglia
24	62.8	14.2	18.2	8.2	56	1.9	..	..	..	..	sveglia
25	61.0	15.0	18.4	6.9	48	1.4	..	..	..	..	sveglia
26	60.1	16.0	18.0	8.3	60	1.8	goccie	1341.790	— 10.362	— 0.320	
27	59.5	16.5	18.0	6.0	45	2.0	..	1340.883	— 0.907	— 0.028	
28	52.6	16.0	18.0	5.1	39	2.4	..	..	..	..	

in un periodo di letargo (Polimanti 1895-96).

Peso marmotta *B* femmina	Differenza del peso col giorno antecedente grammi	Variazione del peso per kg. e per ora	Osservazioni	Peso marmotta *C* femmina	Differenza del peso col giorno antecedente grammi	Variazione del peso per kg. e per ora	Osservazioni
1194.983	— 6.800	— 0.230		..	..	..	sveglia, defeca
1195.433	+ 0.450	+ 0.018		2154.048	— 10.900	— 0.210	
1195.383	— 0.050	..		2154.748	+ 0.700	+ 0.013	
1194.933	— 0.450	— 0.018		2154.248	— 0.500	— 0.008	
1193.533	— 1.400	— 0.040		2152.668	— 1.580	— 0.030	
1193.233	— 0.300	— 0.010		2151.948	— 0.720	— 0.013	
1192.833	— 0.400	— 0.013		..	..	..	sveglia
..	..	..	sveglia	..	..	..	semisveglia
1175.203	— 17.630	— 0.620	urina	2105.548	— 46.400	— 0.910	
..	..	..		..	..	..	semisveglia
1164.833	— 10.370	— 0.370		2104.248	— 1.300	— 0.020	
1164.513	— 0.320	— 0.011		2103.848	— 0.400	— 0.007	sveglia
1163.733	— 0.780	— 0.027		..	..	..	
1163.503	— 0.230	— 0.009		2072.698	— 31.150	— 0.620	
1162.823	— 0.680	— 0.024		2072.948	+ 0.250	+ 0.005	
..	..	..	sveglia	2071.728	— 1.220	— 0.020	
..	..	..	sveglia	..	..	..	sveglia
..	..	..	sveglia	..	..	..	
..	..	..	sveglia	..	..	..	
1153.433	— 9.390	— 0.330		..	..	..	
1152.583	— 0.050	..		..	..	..	
1151.473	— 1.110	— 0.030		..	..	..	

Descrizione delle esperienze da me eseguite. Oggetto del mio studio furono tre marmotte che al principio dell' inverno 1895 potei avere dalle Alpi, appena prese. Furono costantemente tenute durante tutto il periodo della esperienza in gabbie di ferro zincato: ogni giorno alle 14, quando l' animale era nello stato di letargo, si eseguiva il peso con bilancia sensibile al milligramma.

Il fondo della gabbia era bucherellato in modo da lasciar passare le urine, che l' animale avesse potuto emettere. Non è stato potuto tenere sempre conto esatto della quantità e del peso delle urine e delle feci emesse, perchè le urine spesso erano in tanta poca quantità che andavano a depositarsi al fondo della gabbia, dove si evaporizzavano. Un sensibile termometro a massima e a minima mi indicava la temperatura giornaliera.

Dall' osservatorio della R. Università di Genova aveva le tabelle indicanti la pressione barometrica, l' umidità dell' aria e la quantità d' acqua caduta o evaporata nelle 24 ore. I miei animali servirono solo alle ricerche sul peso e a null' altro, in modo che si fossero avvicinati indisturbati più da vicino all' ideale del letargo (solo per pochissimi giorni, all'inizio del letargo, le marmotte *A* e *B* servirono per esperienze sulla temperatura rettale: vedi pag. 444).

Quale effetto esercitino sull'organismo animale le influenze cosmiche, ancora noi non ne abbiamo che un' idea molto vaga. L'Arrhenius ce ne ha dato un contributo molto importante. Interessante quindi credo sia stato il mio studio per vedere di mettere in rapporto e spiegare molti fatti del letargo invernale colle influenze cosmiche. Difatti, come si vedrà poi appresso, molti fatti nuovi ho trovato e molti che erano stati solo accennati od abbozzati dai varî autori che si occuparono dell' argomento, sono stati da me meglio chiariti e spiegati: credo quindi di aver portato un contributo non solo allo studio della perdita del peso delle marmotte letargiche, ma anche a quello della influenza dei varî fattori cosmici sopra questo fenomeno così interessante della vita animale.

Per lo studio dei fatti trovati, vediamo prima, come si

è comportata la perdita del peso in generale, e poi studieremo partitamente le varie influenze cosmiche che hanno agito sopra questo.

Maniera di procedere nella perdita di peso. Per farci un' idea esatta più che è possibile sulla maniera di procedere della perdita in peso degli animali letargici, occorre innanzi tutto tenere presente, come varia il peso negli animali a sangue caldo e a sangue freddo, allorchè si trovano nello stato di digiuno. Secondo Richet gli animali a sangue caldo perdono un grammo per chilogramma e per ora; gli animali a sangue freddo solo un decigrammo nello stesso tempo e per lo stesso peso. Gli animali a sangue caldo muoiono, quando hanno raggiunto la stessa perdita di quelli a sangue freddo, il quale limite è del 40 per cento, con la sola differenza che mentre i primi vi arrivano rapidamente, i secondi vi arrivano più lentamente. La media della vita di un cane in inanizione si può calcolare a trenta giorni, quella di un animale a sangue freddo è all' incirca dieci volte maggiore: arrivati però ambedue alla perdita del 40 per cento muoiono; la qual cifra possiamo quindi considerarla come il numero limite colla compatibilità della vita.

Questa media del 40 per cento fissata dallo Chossat si deve veramente considerare come una media, perchè l'età, la dimensione, la specie, la temperatura, i diversi movimenti, la quantità del grasso accumulato, il peso iniziale dell' animale ed altri fattori possono farla abbassare od anche elevare. Ciò dipende anche dalla diversa attività nervosa e motoria dei varî animali e dalle oscillazioni che si verificano in queste attività.

In due tabelle riporto le perdite di peso subìte dagli animali a sangue caldo e a sangue freddo, quando si trovano a digiuno, perchè possiamo farci un criterio sempre più esatto sulla perdita di peso dei mammiferi durante il letargo, argomento che appunto qui c'interessa.

Diminuzioni di peso osservate nell'uomo a digiuno.

	Durata del digiuno	Peso Kg.		Diminuzione di peso	Diminuzione di peso per giorno
		iniziale	finale		
	giorni			per cento	per cento
Cetti (Senator)	10	57.0	50.65	11.16	1.12
Breithaupt (Senator)	6	60.07	56.45	6.03	1.01
Succi (Luciani) (1888)	30	63.22	51.18	19.04	0.63
Svedese (Johannsson)	5	67.80	62.79	7.37	1.48
Succi (Polimanti-Jacoangeli) (1893)	20	65.10	56.50	..	..
Succi (Parigi)	30	Diminuz. totale kg. 14.300			
Succi (Milano)	30	» » » 13.100			

Notisi nelle cifre ottenute in Succi l' adattamento, che andava subendo ai lunghi digiuni. Sono delle cifre interessantissime, specialmente messe in rapporto colla eliminazione dell' azoto, difatti mentre questa nel digiuno del 1888 al 20° giorno ascendeva a gr. 178 al 20° giorno a Roma (1893) era solo di gr. 120.

Queste cifre sono la prova più evidente, che l'organismo del Succi, col ripetere spesso lunghi digiuni, si è messo in grado di risentire meno gli effetti dell' inanizione. La perdita di peso presentata dallo stesso Succi, in digiuni fatti in epoche differenti, non si è mai mantenuta costante, come appare dai risultati dei varî autori che ho sopra riportati.

Perdita di peso degli animali a sangue caldo a digiuno.

Autore	Animale in esperimento	Giorni di digiuno	Perdita di peso finale % grammi	Osservazioni
Chossat	Uccelli e coniglio	18–19	43	
Weiske	Coniglio	31–32	49.5	
Id.	Id.	26–27	48	
Anrep	Id.	9-10	43.2	
Heymans	Id.	15–16	43.7	
Falck	Cane	..	49.0	
Luciani e Bufalini. . .	Id.	..	48.0	
Laborde	Id.	..	51.0	
Id.	Id.	..	48.0	
Carville e Bochefontaine	Id.	..	40.0	
Id.	Id.	..	45.0	
Falck	Id.	..	32.0	
Id.	Id.	60	49.0	
Athanasiu e Carvallo. .	Id.	..	44.7	2/5 a 1/2 per i cani adulti
Poletoew	Id.	..	46.40	1/3 per i giovani cani
Krehivetz	Coniglio	..	45.3	
Von Böhtlingk	Id.	..	45.2	
—	Gatto	..	54.42	
Rousse e Van Wilder .	Coniglio	..	43.1	
Kumagawa e Miura . .	Cane	98	65	

Perdita di peso negli animali a sangue freddo a digiuno.

Autore	Animale in esperimento	Giorni di digiuno	Perdita di peso finale % grammi	Osservazioni
Chossat . . .	Lucertole	120	34	
Manca. . . .	Id.	188.1	30.80	
Manca. . . .	Tartarughe . . .	..	25.39	Compreso il Carapace
—	Id. . . .	..	32.78	Senza il Carapace
Cocco-Pisano .	*Gongylus ocellatus*	Ore 504	14.90	
Manca e Fatta	*Carabus morbillosus*	Ore 262	31	
Pellegrin. . .	Pitone	Anni 2 1/2	64	

Le perdite di peso dopo ripetute inanizioni furono studiate nei colombi da Kahan, nei polli da von Seeland e nei mammiferi da Noè. Nelle ricerche di Kahan il massimo della perdita di peso era minore nel primo digiuno che in quelli seguenti.

In un colombo la perdita di peso dopo i primi 12 giorni di digiuno fu del 40.1 per cento. Dopo un' alimentazione di 32 giorni lo stesso animale fu tenuto a digiuno 11 giorni e perdette 42.3 per cento; quando finalmente, dopo un' alimentazione di 90 giorni, fu tenuto a digiuno, al 10° giorno morì ed ebbe una perdita di peso del 42.7 per cento.

Von Seeland lasciò digiunare i suoi polli solo per un breve periodo di tempo, 1-3 giorni, e giunse alla conclusione, dopo aver seguito questi animali per molti mesi, che quelli che si sottopongono a questi digiuni aumentano di più in peso di quelli che mangiano continuamente e questi animali divengono più ricchi in albumina e più poveri in grasso. Von Seeland ritiene, che il potere di scissione degli organi era molto diminuito con l' abitudine ai digiuni periodici, ovvero le stesse funzioni venivano ad essere compiute con un minimo consumo della sostanza dei vari organi. Noè giunse agli stessi risultati di Seeland nei mammiferi sottoposti a dei digiuni periodici di 2-4 giorni; fra un periodo e l' altro avevano sempre la stessa quantità di nutrimento. Nei conigli, la riparazione compensatoria del peso, sino a raggiungere quello primitivo, venne raggiunta in 13 giorni, nel sorcio in 3-4 giorni. L' inazione, secondo Noè, sarebbe come uno stimolo per i processi di assimilazione, in modo che, con dei digiuni periodici, si ottiene sempre un maggiore aumento del peso del corpo, però è cosa necessaria che la riparazione da ogni digiuno sia completa, perchè altrimenti l' organismo va in isfacelo. Qui dobbiamo notare anche il fatto interessante, già visto di sopra, nel digiunatore Succi, il quale, nel susseguirsi dei suoi digiuni, andava perdendo sempre molto meno di peso. Certo è una cosa molto difficile il poter mettere d' accordo questa abitudine al digiuno nell' uomo con i risultati che sono stati ottenuti da vari autori nel digiuno degli altri mammiferi.

Per quanto riguarda la perdita delle varie parti del corpo negli animali tenuti a digiuno riporto le seguenti tabelle:

100 grammi di organi perdono secondo:

Organo	CHOSSAT (fresco) colombo	VOIT (fresco) gatto	VOIT sostanza secca gatto	KUMAGAWA fresco senza grasso) cane	SEDLMAIR I sostanza secca gatto	SEDLMAIR II sostanza secca gatto
Scheletro	21	14	..	5	19	24
Pelle	33	21	..	28	32	44
Muscoli	42	31	30	42	70	65
Cervello e midollo spinale	2	3	..	22	(+ 1.1)	..
Cuore	15	3	..	16	55	44
Sangue	..	27	18	48	..	..
Milza	71	67	63	57	74	75
Fegato.	52	54	57	50	72	64
Pancreas	64	17	..	62	39	69
Reni	32	26	21	55	58	53
App. genitale . .	..	..	..	49	..	..
Stomaco e intestino	42	18	..	32	53	57
Polmoni	22	18	19	29	30	35
Tessuto grassoso .	93	97	..	..	97	89

100 gr. di organi contengono, secondo Voit, di sostanza secca % comparando un cane ben nutrito (A), ed uno a digiuno (B) da 22 giorni (perdita peso 32.28 %). Muscoli % del peso del corpo: A 46.4 %, B 34.4 %.

A	B	
Sostanza secca %		
22.69	21.12	Muscolo grande adduttore.
22.71	23.41	Muscolo massetere.
21.76	21.90	Cuore.
27.55	29.63	Fegato.
17.69	19.12	Cervello.
26.15	26.38	Midollo spinale.
18.11	21.75	Sangue.
55.36	50.21	Ossa.

Von Böthlingk analizzò i vari componenti di tutto il corpo in 10 sorci dopo tenuti a digiuno e in altri 10 normali; vide che l' organismo di questi animali diviene povero di acqua, di grasso e percentualmente più ricco in azoto. Nelle ceneri la perdita di potassio è minore della perdita di sodio.

Lukjanow (1889) ricercò il contenuto in acqua ed in sostanza secca dei diversi organi di 20 colombi normali e di altrettanti tenuti per giorni 6 $^1/_2$ in assoluto digiuno. Egli non trovò nessuna forte variazione, quantunque vi fosse stata una perdita di peso del 34 per cento. La perdita di peso dei singoli organi corrispondeva ai valori dati da Voit e che sopra ho riportato.

Tonninaga ricercò il contenuto in N dei singoli organi di sorci e conigli in digiuno. Dalle sue ricerche si vede che il contenuto per cento del cuore, del cervello e del fegato era molto minore del normale. Anche la diminuzione del peso degli organi non corrisponde completamente con le cifre ottenute da Voit e da altri. Dobbiamo ritenere, che queste differenze dipendano dalle diverse specie di animali sottoposti ad esperimento. Naturalmente, questo fattore avrà una grande influenza sopra le scissioni che possano avvenire negli organi dei vari animali sottoposti a digiuno. Pfeiffer comparò il contenuto in grasso e in acqua di animali grassi e magri (come gallina, coniglio), dopo molti giorni di digiuno. In questi animali trovò, nella sostanza secca del fegato, in quelli che erano grassi, molto meno grasso in questo organo che nei muscoli; negli animali magri invece, il fegato del coniglio (grassi del corpo = 8.6 per cento) dopo 13 giorni di digiuno, ebbe di grasso per cento della sostanza secca più del doppio che nei muscoli, nella gallina magra (grasso totale 5.4 per cento) e nel cane magro (grasso totale 9.4 per cento), il muscolo era però più ricco in grasso che il fegato. Anche Schulz ricercò il contenuto in grasso del corpo in due cani molto magri, i quali avevano rispettivamente 1.8 5.8 per cento di grasso. Gli organi glandolari contenevano più grasso dei muscoli. Il cane di Schöndorff, dopo 38 giorni di di-

giuno, si comportò, riguardo al grasso, come gli animali in esperimento di Schulz.

Dai risultati riportati nella tabella di Chossat, Voit, Kumagawa e Sedlmair, si vede come, a conferma di quanto è stato visto colle ricerche sul ricambio materiale, nel digiuno, il tessuto grassoso è quello che è primo attaccato. Ugualmente sono attaccati gli organi glandolari: fegato, milza, pancreas, e così pure i muscoli dello scheletro. Secondo Voit e Kumagawa, il cuore viene ad essere poco influenzato, mentre, secondo Chossat e Sedlmair, diminuisce di molto. Sembra che il sistema nervoso centrale non risenta che in minimo grado l' influenza del digiuno. Nelle ricerche posteriori di Voit si vede, come vi è una diminuzione della sostanza secca nelle ossa e in parte dei muscoli; il cuore, il fegato, il sistema nervoso centrale ed il sangue divengono più poveri di acqua nel digiuno. Una conclusione che possiamo trarre, dai risultati che abbiamo visti, si è che nel digiuno gli organi che sono più attivi producono il loro lavoro a spese degli altri organi. Che le ossa diminuiscano di molto nel digiuno e specialmente in calcio e in acido fosforico, è un fatto che venne fissato, con sicurezza, per la prima volta da Munk. Inoltre, le ricerche di Gusmitta, Weiske e Sedlmair, rivolte specialmente a vedere le variazioni che si avevano nelle ossa durante il digiuno, confermarono i risultati di Munk nell' uomo e negli animali. Gusmitta stabilì molto bene la diminuzione di peso, del volume, della densità, dei costituenti organici e delle cellule grassose nel midollo; il rapporto della osseina rispetto al $Ca_3 (PO_4)_2$ rimane uguale, aumenta invece la porosità e il contenuto in acqua. Weiske trovò più grande il peso relativo delle ossa delle estremità di tre conigli (dopo 7, 9, 10 giorni di digiuno); quello delle altre ossa era più piccolo che nell' animale tenuto di controllo.

Nella composizione chimica delle ossa, libere di acqua e di grasso (eccettuate quelle delle estremità), non si trovarono delle grandi differenze. Nei denti la sostanza organica è molto diminuita e l' inorganica aumentata (Ca O

dell' 1 per cento e $P_2 O_5$ del 0.3 per cento). Egli vide inoltre, confermando quanto aveva visto Voit, che la sostanza secca delle ossa è diminuita nel digiuno, quantunque in minimo grado. La diminuzione delle ossa, vista da Sedlmair nei gatti, è molto maggiore di quella osservata da Voit nello stesso animale. L' aumento poi di acqua, che si ritrova in tutto il corpo, dipende da un deposito di acqua che si fa nelle ossa. La ricerca di Sedlmair non combina con quella di Weiske, perchè la sostanza secca delle ossa delle estremità, nelle esperienze di Sedlmair, diminuisce di più di quella delle altre ossa.

Roger e Josué si occuparono di vedere le variazioni che avvenivano nel midollo delle ossa. Dopo 5-7 giorni di digiuno le cellule midollari mostravano una ricca proliferazione, il grasso era sparito dalle cellule grassose e al posto di questo vi erano moltissimi granuli di una sostanza albuminosa, che non davano la reazione della mucina ed il midollo delle ossa poteva presentare queste variazioni anche dopo molte settimane del periodo di inanizione. Le variazioni chimiche confrontano completamente, con quanto è stato trovato per tutte le ossa.

Morpurgo crede di aver trovato la spiegazione della diminuzione di peso degli organi dietro ricerche microscopiche nella atrofia semplice delle cellule degli organi parenchimali, fattore che vale per molti e molti casi. I muscoli cellulari prendono pochissima parte a questa atrofia. Nemser, in base ad uno studio chimico, ritiene che nel digiuno viene ad essere consumato anche del materiale nucleare, naturalmente molto di meno del perinucleare. Questo autore non potè vedere una diminuzione numerica delle cellule. Del resto, queste ricerche concordano perfettamente con quelle chimiche e microscopiche eseguite da Miescher sopra il salmone del Reno, specialmente per quanto riguarda la diminuzione dei muscoli delle pinne dorsali. Come si sa, il salmone, all' epoca degli amori, risale dal mare nell' acqua dolce, dove rimane 6-9 mesi senza prendere nutrimento alcuno. Naturalmente, durante questo frattempo dimagrasi enormemente, però, nello stesso tempo, gli organi genitali (rispettivamente testicoli e ovaia)

vanno aumentando enormemente a spese dei muscoli di tutto il corpo. Queste ricerche di Miescher furono poi confermate da Boyd, Dunlop, Gillespie, Gulland, Greig, Mahalanobis, Newbigin e Paton. Al microscopio trovò che le cellule muscolari nel salmone erano ripiene di gocce grassose, viceversa di quanto ha trovato Statkewitsch, il quale non ha mai constatato nei muscoli di mammiferi a digiuno le traccie di una degenerazione grassa. È molto interessante riportare qui una osservazione fatta dal Pflüger nella *Alytes obstetricans*. Questo rospo, verso la fine di maggio, quando è completamente sviluppato ed ha raggiunto una lunghezza di 8 centimetri, smette di mangiare. Si noti che la lunghezza del corpo è di appena 3 centimetri e la coda, quindi, costituisce una buona parte di tutto il corpo dell' animale. In capo a cinque settimane, mentre l' animale si trova a digiuno completo, la coda va diminuendo sino a che sparisce completamente ed a spese di questa spuntano dal tronco le zampe anteriori e posteriori.

Nicolaides trovò nelle glandole del tratto intestinale, da quelle salivali sino alle cellule del fegato e del pancreas, durante il periodo di digiuno, molti granuli di grassi, mentre invece nei muscoli non si trovarono affatto.

Schulz ha visto che il grasso che si trova nelle cellule glandolari vi può essere anche portato, traverso le vie linfatiche, per il sangue, dove se ne ritrova in grande quantità. Animali a digiuno contengono pochissimo grasso nelle loro cellule glandolari; vi si trovano invece grandi spazi liberi nei quali prima, sicuramente, si fissano delle gocciole di grasso. Le cellule delle glandole surrenali dei conigli (digiuno 6-11 giorni) e di cane (digiuno 17-26 giorni) mostrano, secondo Morpurgo, delle alterazioni analoghe a quelle che si trovano nel tratto intestinale e secondo Barbèra e Bicci la sostanza corticale si mostra molto più atrofica della sostanza midollare.

Per quanto riguarda le alterazioni del sistema nervoso di cavie e conigli tenuti a digiuno, Marchand e Vurpas videro alterate le cellule delle corna anteriori del midollo spinale, mentre invece erano pochissimo alterate le altre cellule nervose. Le granulazioni si colorivano più unifor-

memente, i nuclei cellulari non erano nettamente divisi rispetto al protoplasma, oppure mostravano dei raggrinzamenti. I prolungamenti cellulari erano raccorciati e pochi di numero. Donaggio, studiando gli effetti dell'azione del freddo sui centri nervosi di mammiferi adulti, osservò che il freddo per sè stesso non provoca modificazioni apprezzabili nel reticolo fibrillare del coniglio adulto.

Riva aveva visto, che nel coniglio adulto sottoposto, nelle condizioni sperimentali accennate, all' inanizione, la struttura del reticolo fibrillare presenta una grande resistenza alla scissione.

Donaggio poi, studiando sui conigli adulti le alterazioni che si hanno nel sistema nervoso di questi, sottoposti all'azione combinata del freddo e del digiuno, vide che profonda è la modificazione portata nel reticolo fibrillare endocellulare dall' azione combinata di due elementi che, per sè soli, non sono capaci di turbare la struttura del reticolo stesso, nel coniglio adulto, come è stato visto sopra.

Concludendo, si vede come nel digiuno degli animali a sangue caldo, tutti gli organi vanno diminuendo continuamente di peso, prendendo parte al mantenimento di tutto il corpo; tutti quegli organi però, la cui funzionalità è necessaria per il mantenimento della vita, lavorano a spese degli altri e perciò diminuiscono molto meno di peso.

Viene però il momento, nel quale tutto il materiale accumulato in quegli organi necessari al mantenimento della vita non basta più e l'animale muore. Gli animali giovani (cani) muoiono in 72 ore, cani adulti possono rimanere in vita per 60 giorni, uomini adulti, sino a 40-50 giorni, senza morire, come sopra abbiamo accennato. — – — –

Per quanto concerne l' influenza della temperatura e del rivestimento cutaneo sulla perdita di peso è pure scarso il numero degli sperimentatori, che si sono occupati in modo speciale di questa ricerca. Carlo Teodoro di Baviera è uno fra i pochi che ne hanno compreso l' importanza; tutti gli altri, che pure si sono valsi del metodo indiretto per la determinazione dell'ossigeno assorbito e che quindi non hanno potuto trascurare di tener conto del *deficit* su-

bìto dall'animale, non lo fanno figurare nelle loro tabelle, forse perchè l'hanno creduto degno di poco interesse. Carlo Teodoro, nelle 22 ricerche eseguite in un gatto, che abbiamo già rammentato, trovò che la diminuzione del peso dell'animale, privato degli alimenti e dell'acqua durante l'esperimento, è, nelle elevate temperature, spesso maggiore e qualche volta uguale, giammai inferiore a quella osservata nelle temperature più basse. Egli attribuisce questo risultato appunto alla crescente perdita di acqua, che, secondo lui, subisce l'animale man mano che la temperatura diviene più elevata; induzione che abbiamo già veduto essere stata riconosciuta falsa. Dobbiamo poi notare che le cifre forniteci da Carlo Teodoro sono troppo irregolarmente oscillanti e saltuarie, cosicchè dall'esame della sua tabella non possiamo formarci un concetto del rapporto che tiene colla temperatura la curva del peso.

Indirettamente si sono occupati di questa ricerca D. Finkler, Richet, Grandis e Luciani.

Finkler, studiando la respirazione durante l'inanizione, trovò che il consumo di ossigeno nell'animale che digiuna diminuisce coll'aumentare della perdita in peso. Le sue tabelle percentuali, riguardanti il *deficit* subìto alle diverse temperature durante l'esperimento, riferendosi ad animali che digiunavano, non ci interessano direttamente.

Richet, per provare l'importanza che ha il rivestimento cutaneo di peli o di piume negli animali che ne sono provvisti, prese due conigli di peso presso a poco uguale, e ne rasò uno completamente, lasciando l'altro intatto per confronto. Egli tenne entrambi questi conigli ad una temperatura pressochè costante di $+ 12^{\circ}$, pesandoli tutti i giorni e somministrando loro una determinata razione di nutrimento. Ebbe per risultato, che il coniglio raso aveva bisogno di una razione di vitto quasi doppia di quella del coniglio normale, che ciò non ostante diminuiva rapidamente di peso; mentre il coniglio di confronto, con metà razione, aumentava sensibilmente. Richet spiega questo fatto ammettendo che il coniglio raso subisca una perdita estrema di calore, cioè di forza e che perciò si trovi costretto, per fornire questo eccesso di forza viva a consumare una grande

quantità di alimenti e, non ostante questa alimentazione più abbondante, la perdita sorpassi l'entrata.

Grandis asserisce che la perdita in peso dell'organismo non varia in modo sensibile, tanto se l'animale digiuna a temperatura bassa, quanto se digiuna a temperatura elevata. Per spiegare questo fatto strano e poco coerente con quanto si è fino ad ora creduto e trovato, egli adduce delle ragioni, a dire il vero, poco soddisfacenti.

Luciani, studiando il ricambio materiale durante la inanizione, trovò il fatto notevole che la curva del peso segue molto da vicino il decorso asintotico di una iperbole equilatera. Egli ebbe a verificare, specialmente nel secondo cane che sottopose al digiuno, che le deviazioni della curva del peso dalla curva iperbolica coincidono appunto con degli squilibri di temperatura verificatisi nell'ambiente, ove l'animale trovavasi racchiuso. Quindi in questo caso la temperatura avrebbe avuto un'influenza non indifferente sul consumo giornaliero durante l'inanizione.

Oddi, che accordò a questo studio tutta l'importanza che merita, trovò che il *Mus musculus* ad una temperatura media di $+12^\circ$ consuma il 19.50 $^0/_0$ di meno che ad una bassa di $+3^\circ$, e che da questa temperatura ad una massima di $+35^\circ$ risparmia il 38 $^0/_0$ del proprio peso. Nel *Mioxus avellanaria* tra una temperatura di $+7^\circ$ ed una di $+35^\circ$ riscontrò una diminuzione nella perdita di peso del 67.62 $^0/_0$. Esaminando le tabelle del Laulanié si osserva una diminuzione del peso dei conigli, dopo rasi; ma questa diminuzione è transitoria e dopo poco tempo il peso tende a ritornare alla cifra primitiva. Se questi animali si ricoprono con un velo o si ravvolgono nell'ovatta per alcuni giorni e poi si torna a denudarli, si osserva una nuova diminuzione di peso, nonostante che la temperatura dell'ambiente si mantenesse uguale e spesso fosse anche superiore a quella, dove soggiornavano prima di esser privati del loro involucro.

Se noi fermiamo la nostra attenzione sulle medie della perdita in peso subita dai nostri conigli alle varie temperature, come apparisce dal quadro sinottico delle esperienze eseguite, vediamo che, eccezion fatta per la prima serie, in

tutte le altre alle basse temperature si è avuta costantemente una diminuzione di peso, debole nel coniglio normale, fortissima nel coniglio raso. Alle medie temperature, mentre il coniglio normale conservava inalterato il proprio peso o presentava un leggerissimo aumento, il coniglio raso soffriva sempre delle perdite molto considerevoli. Alle temperature elevate, tranne l'ultima serie eseguita a + 40° e che abbiamo già detto non potersi più considerare in condizioni fisiologiche, invece di una diminuzione si è avuto un aumento di peso, aumento che si è conservato non solo, ma si è accentuato anche nel giorno successivo, quando l'animale era già stato riportato alla temperatura ambiente. Quindi i nostri risultati confermano pienamente quelli ottenuti da Oddi.

Ci resta da interpretare l'aumento di peso verificatosi nei due conigli della prima serie tenuti a bassa temperatura e nei quali si ebbe un consumo maggiore di sostanze azotate; logicamente quindi si sarebbe dovuta ottenere una diminuzione di peso. È facile renderci ragione di questa apparente contraddizione, se pensiamo che i due conigli in esperimento erano due giovani animali, non ancora completamente sviluppati; l'aumento di peso quindi deve indubbiamente ascriversi all'accrescersi dei tessuti, e specialmente a deposito di sali calcarei per la consolidazione del tessuto osseo.

E notiamo, che negli animali letargici, i quali ci interessano in questo studio, le funzioni sono vive, solo quando sono svegli, altrimenti queste sono nulle o rallentate.

Da animali a sangue caldo ritornano dunque animali a sangue freddo, appena si sono sbarazzati delle orine e delle feci e passano dall'uno all'altro stato improvvisamente. È un mistero, come ho detto in altro capitolo, come il freddo e il caldo influiscano sul bulbo di una marmotta.

Che ritengano degli animali dell'uno e dell'altro ordine lo vediamo dalla loro perdita in peso (nelle nostre tre marmotte circa il 20 per cento) e dalla durata totale del letargo (giorni 116-93). Per Valentin, una marmotta libera dorme 212-213 giorni: le sue marmotte catturate rimasero al massimo 163 giorni in letargo.

Secondo Dubois, come abbiamo visto sopra, una marmotta in 160 giorni di letargo non consuma più di un altro roditore in 12 giorni di risveglio a digiuno assoluto: rientra dunque nella linea generale delle leggi della nutrizione.

Riporto qui una tabella, dove accanto ai miei risultati ho posto quelli ottenuti da Valentin nelle marmotte, che ebbero il letargo più completo e che non furono affatto disturbate.

Marmotte del Valentin.

Marmotta Numero	Moleschotts Untersuchungen Band-Seite	Giorni letargo	Peso iniziale	Peso finale	Perdita totale	Perdita per Kg. e per ora	Perdita per cento
I	I – 225	40	3274	2635.3	638.7	0.204	19.508
VI	I – 233	134	1322	1079.5	242.50	0.057	18.343
II	IV – 73	165	899.5	737.1	162.4	0.045	18.054
					Media	0.102	18.635

Marmotte di mia osservazione.

A	—	116	1640.048	1340.883	299.165	0.065	18.245
B	—	116	1436.618	1152.583	284.035	0.071	19.771
C	—	93	2503.071	2071.728	431.343	0.077	17.233
					Media	0.071	18.416

Le cifre parlano abbastanza chiaramente; osserviamo la perdita percentuale: i miei risultati concordano perfettamente con quelli del Valentin. Ho riportato di questo autore, come ho sopra detto, solo le cifre che riguardano quegli animali che si avvicinano più all' *ideale*, diremo così, del letargo invernale. Fra le 15 marmotte del Valentin, in alcuna delle quali seguì quasi giornalmente e di tutte tenne conto del peso iniziale e finale, ve ne sono di quelle che, o furono disturbate, o nelle quali per altre

cause il letargo veniva interrotto e che perdettero fino al 40-45 $^0/_0$ del loro peso iniziale.

Il Valentin insiste molto su questi fatti, i quali confermano sempre più i miei risultati; le marmotte tenute dunque da me in osservazione si trovarono nelle più perfette condizioni per compiere il loro letargo invernale.

Dopo molti tentativi si è cercata per uno dei periodi di letargo non interrotto, e per i quali rimando alle tabelle e alla tavola, una formula che desse esattamente le variazioni del peso: cioè una legge matematica che le regolasse. Ci si è riusciti abbastanza bene usando della nota *formula di interpolazione di Lagrange.*

Supponiamo di considerare un fenomeno nel quale, al variare di una certa quantità, p. es., il tempo decorso dall'inizio di questo, corrisponda la variazione di un'altra quantità, p. es., nel nostro caso, la variazione di peso delle marmotte. Allora se sperimentalmente si è trovato che ai valori seguenti della prima quantità (tempo)

$$a,\ b,\ c,\ d,\ \ldots\ldots\ldots\ m,\ n$$

corrispondono i valori

$$A,\ B,\ C,\ D,\ \ldots\ldots\ldots\ M,\ N$$

dall'altra quantità (peso dell'animale) la formula cercata è la seguente, chiamando con y il peso dell'animale, t il tempo decorso:

$$y = \frac{(t-b)(t-c)(t-d)\ \ldots\ (t-n)}{(a-b)(a-c)(a-d)\ \ldots\ (a-n)} A +$$

$$+ \frac{(t-a)(t-c)(t-d)\ \ldots\ (t-n)}{(b-a)(b-c)(b-d)\ \ldots\ (b-n)} B +$$

$$+ \ldots\ldots\ldots\ldots +$$

$$+ \frac{(t-a)(t-b)(t-c)\ \ldots\ (t-m)}{(n-a)(n-b)(n-c)\ \ldots\ (n-m)} N.$$

Facendo i calcoli, sviluppando, eseguendo le riduzioni, ecc., si otterrà una funzione in t il cui grado egua-

glierà il numero dei valori sperimentali ottenuti, diminuito di 1, che sarà del tipo

$$y = a_0 t^r + a_1 t^{r-1} + a_2 t^{r-2} + \ldots$$
$$a_{r-1} t + a_r$$

dove i coefficienti a sono coefficienti calcolati col metodo precedente.

Il periodo che è stato preso in esame è stato il periodo di letargo della marmotta A che va dal 4 al 12 dicembre 1895, per la quale ai valori

0, 1, 2, ... 7, 8 del tempo t (in giorni)

corrispondono ordinatamente i valori in grammi

1584,033 1585,062 1582,393

la formula che ne risulta è la seguente:

$$Y = -0{,}7798611\, t^8 + 25{,}95655\, t^7 - 353{,}53195\, t^6 +$$
$$+ 2525{,}00008\, t^5 - 10048{,}25545\, t^4 +$$
$$+ 21816{,}86137\, t^3 - 23652{,}93782\, t^2 +$$
$$+ 10716{,}71875\, t + 1584033$$

dove il peso viene espresso in milligrammi.

Difatti facendo $t = o$ risulta $Y =$ mmgr. 1584033 e facendo $t = 1$ risulta $Y =$ mmgr. 1585062,001 che corrisponderebbe al primo giorno con un errore massimo di un millesimo di milligrammo. Naturalmente questa precisione diminuisce alquanto facendo crescere t, come si comprende facilmente, rimanendo però sempre sufficiente pel nostro scopo.

Una formula simile si potrebbe stabilire per ognuno dei periodi di letargo, s' intende che varierebbe secondo l'animale e secondo il periodo che si considera. La complessità della formula denota, come il fenomeno sia molto

complesso e dipenda da molte e molte cause, come del resto abbiamo visto.

La complicazione derivante dal numero di cifre decimali, di cui si è tenuto conto nei coefficienti, non è facoltativa, ma imposta dalla considerazione che gli errori che si commetterebbero trascurandole, coll'aumentare del valore di t finirebbero col rendere illusoria l'esattezza della formula stessa.

Fu tentato anche di vedere, se si verificasse nella marmotta letargica un'altra legge che si esprime così: La diminuzione del peso che l'animale ha in uno stesso periodo di tempo è proporzionale al quadrato del suo peso all'inizio dei periodi che si scelgono: i quali periodi devono avere la stessa durata.

$$\frac{dy}{dx} = -\alpha y^2$$

Anche dall'esame superficiale delle curve si vede, che la legge non può corrispondere esattamente, perchè vi sono dei momenti di perturbazione; gli aumenti, p. es., anche piccoli e passeggeri, che si verificano di quando in quando; tuttavia fu tentata nella marmotta A la verifica di questa legge in tre periodi abbastanza regolari.

Primo periodo: 29 dicembre-25 gennaio.
Secondo periodo: 17-28 gennaio.
Terzo periodo: 15-25 febbraio.

Però queste verifiche non sempre risultarono molto evidenti, anzi, in qualche caso si osservò che la diminuzione è più forte, quando il peso dell'animale è minore e ci avviciniamo alla fine del letargo.

Difatti, dal 1° all'8 gennaio la perdita è di gr. 2.900; nel periodo che va dal 21 al 28 gennaio la perdita è di gr. 3.015; considerando invece dal 1° al 7 gennaio la diminuzione di peso è di gr. 2.920, mentre nel periodo dal 21 al 27 gennaio la perdita di peso scende a gr. 2.568, che evidentemente è troppo piccola; poichè l'animale non ha perduto che l'1 per mille del suo peso.

Considerando poi il periodo che va dal 1° al 4 gennaio la perdita di peso si trova ad essere di gr. 1.080, mentre nel periodo corrispondente dal 15 al 18 febbraio la perdita fu di gr. 1.647.

E questo è naturale, perchè l'animale prima usufruisce delle riserve; alla fine del letargo non ci sono più queste riserve, oppure sono molto diminuite e quindi dimagra enormemente.

Rimane stabilito dunque, che la perdita di peso, che si produce dopo ciascun risveglio dell'animale, diviene sempre più forte, mano mano che ci avviciniamo alla fine del letargo. A misura che l'animale avanza nel periodo letargico ha sempre più bisogno del letargo normale per difendersi da una istolisi troppo rapida.

Non è cosa difficile vedere nelle esperienze del Valentin e del Noè, da noi più volte citati, come gli animali letargici, quando vengano ridestati, vanno perdendo enormemente di peso e muoiono precocemente.

Riguardo al decorso della curva del peso, prendiamo per tipo quello della marmotta *B*, che si può considerare come realmente rispondente al decorso normale di una marmotta in letargo. Abbiamo tentato di vedere, se era possibile rappresentare graficamente l'andamento generale della curva con una linea geometrica, come aveva tentato e come era riuscito al Luciani nel determinare la perdita di peso subìta dal digiunatore Succi nel digiuno di Firenze e da una cagna tenuta in digiuno.

E difatti siamo riusciti nel nostro intento. Se consideriamo il periodo del letargo dall'inizio sino al 20 febbraio, l'andamento del peso si può rappresentare colla curva α che è un tratto di iperbole equilatera ad asintoti paralleli agli assi coordinati, la cui equazione fu calcolata nel modo seguente: si suppose che l'andamento fosse quello di un tratto d'iperbole equilatera ad asintoti paralleli ai due assi, di cui (vedi tavola) quello orizzontale è stato preso per asse dei tempi e quello verticale per l'asse su cui si riportano i pesi.

L'equazione di una iperbole di questo genere è della forma:

$$y = \frac{K}{t + m} + n$$

dove t rappresenta il tempo decorso, ossia le ascisse; y le ordinate, cioè il peso dell'animale; le quantità K, m, n, sono tre costanti; facendole variare in modo continuo si otterrebbero le infinite iperboli, che si trovano nelle condizioni accennate. Nel nostro caso queste quantità le determineremo in modo che la curva debba passare per tre punti scelti opportunamente. I punti scelti furono: l'inizio, 5 dicembre 1895, quindi al valore 0 del tempo (di t) dovrà corrispondere il valore 1419 (arrotondando la cifra) per la variabile y; il giorno 16 gennaio 1896 corrispondente al valore $t = 42$, per cui la variabile y deve avere il valore 1291 e il giorno 20 febbraio 1896 con $t = 77$ alla quale epoca il peso y era di 1244 grammi, sempre arrotondando la cifra. L'equazione che ne risultò per l'iperbole è la seguente:

$$y = \frac{19093}{t + 61} + 1106$$

in cui il valore di t, rappresentando il tempo decorso, la variabile y dovrebbe rappresentare il peso dell'animale in quell'epoca, se si verificasse vera la legge. Questa curva, indicata colla lettera z, fu costruita per punti di 5 in 5 giorni e ne risultò la tabella seguente:

Valori di t	Date corrispondenti	Valori calcolati del peso	Valori effettivi
0	5 dicembre 1895. . .	1419	1418,550
5	10 . . .	1395	1416,693
10	15 » » . . .	1375	sveglia
15	20 . . .	1357	1359,183
20	25 » . . .	1341	1358,638
25	30 » » . . .	1328	1322,900
30	4 gennaio 1896 . . .	1315	1321,733
35	9 » . . .	1305	1319,383
40	14 » » . . .	1295	1291,793
45	19 » » . . .	1286	1290,633
50	24 » » . . .	1278	1263,233
55	29 » . . .	1270	1261,023
60	3 febbraio 1896 . . .	1264	1254,293
65	8 » » . . .	1257	1253,403
70	13 » » . . .	1252	1246,403
75	18 . . .	1246	1244,213
80	23 . . .	1241	1202,973

Dando uno sguardo al decorso della curva, si vede che questa rappresenta l'andamento generale della perdita di peso dell'animale.

Altrettanto fu fatto considerando l'intero periodo del letargo che corre dall'inizio, 5 dicembre 1895, sino al 14 marzo 1896, con procedimento perfettamente analogo, e imponendo alla curva la condizione di passare per i tre punti seguenti:

$t = 0$ (giorno 5 dic. 1895) valore reale del peso $y =$ gr. 1419

$t = 50$ (24 gennaio 1896) $y =$ gr. 1263

$t = 91$ (5 marzo 1896) $y =$ gr. 1202

L'equazione risultante per la curva è stata la seguente:

$$y = \frac{34470}{t + 83} + 1003,7$$

Anche qui la curva, indicata nella figura colla lettera β, fu costruita per punto, facendo varcare *t* di 5 in 5 giorni, risultandone la tabella seguente:

Valori di *t*	Date corrispondenti	Valori calcolati per il peso	Valori effettivi
0	5 dicembre 1895. . .	1419	1418,550
2	7 » » . . .	1409	1419,133
5	10 . . .	1396	1416,693
10	15 . . .	1374	sveglia
15	20 . . .	1356	1359,183
20	25 . . .	1338	1358,638
25	30 » » . . .	1323	1322,900
30	4 gennaio 1896 . . .	1309	1321,733
35	9 . . .	1296	1319,383
40	14 » » . . .	1283	1291,793
45	19 » » . . .	1273	1290,633
50	24 » » . . .	1263	1263,233
55	29 » » . . .	1253	1261,023
60	3 febbraio 1896 . . .	1245	1254,293
65	8 . . .	1236	1253,403
70	13 » » . . .	1229	1246,403
75	18 » » . . .	1222	1244,213
80	23 » » . . .	1215	1202,973
85	28 » . . .	1209	1202,633
90	4 marzo 1896 . . .	1203	1202,083
95	9 . . .	1197	1195,383
100	14 » » . . .	1192	sveglia

Dando uno sguardo a questa curva β, si scorge, come su di essa riposino, per così dire, le grandi perdite di peso che subisce l'animale, quando si sveglia per defecare ed urinare. Se realmente l'animale emettesse giornalmente,

quello che invece emette a periodi, l'andamento del peso sarebbe molto probabilmente rappresentato dalla curva β. Nell' ultimo periodo, dove si nota un'anomalia, si vede che nell' organismo è avvenuto un fatto, che ha portato uno squilibrio.

Il peso iniziale della marmotta ha anche influenza sulla perdita successiva, che subisce nel letargo.

La legge del Ch. Richet, secondo la quale tutte le funzioni sono determinate dalla grandezza dell' animale, la ritroviamo anche negli animali in letargo. Difatti le tre nostre marmotte che ebbero un letargo completo, perdettero rispettivamente, come si è visto:

Marmotta	Peso iniziale	Perdita per cento
A	1640,068	18.245
B	1436,618	19.771
C	2503,071	17.233

Dunque si può concludere, che più il peso dell' animale letargico è piccolo e più questo perde di peso. Si avvereranno qui insomma gli stessi fatti che Richet studiò negli animali a sangue caldo e Manca negli animali a sangue freddo digiunanti, per la conferma appunto della legge sopraenunciata.

La respirazione, la circolazione, il calore emesso, il consumo dei materiali di nutrizione sono più attivi negli animali piccoli che nei grandi, quindi consumo maggiore e perdita anche più grande di peso.

La perdita di peso, che si produce dopo ciascun risveglio dell' animale, diviene sempre più forte, mano mano che ci avviciniamo alla fine del letargo.

A misura che l'animale avanza nel periodo letargico ha più bisogno di un letargo tranquillo per difendersi da una istolisi troppo rapida. Non è cosa difficile vedere nelle esperienze del Valentin e del Noè, come gli animali letargici ridestati vanno perdendo enormemente di peso e muoiono precocemente. Osservando le nostre tabelle e la nostra tavola grafica si vede poi manifestamente, che le marmotte hanno perduto molto meno di peso fra un ri-

sveglio e l'altro nei primi periodi del letargo che alla fine di questo. Forse ciò dipende anche dal fatto che alla fine i risvegli si facevano molto più frequenti, di quello che non fossero all' inizio. — – — –

Le grandi perdite in peso della marmotta letargica si hanno nei periodi di risveglio e ciò per due ragioni: per l'emissione delle urine e delle feci e per maggiore eliminazione di $H_2 O$ e CO_2 per mezzo della respirazione. La perdita di peso però, appena l'animale cade in letargo, continua sempre, ma quasi in maniera insensibile, meno in alcuni momenti in cui si osserva il peso stazionario e talora anche un leggiero aumento.

L'emissione delle urine e delle feci ha ordinariamente luogo al principio del letargo, ma spesso anche nel corso di questo e coincide sempre col risveglio dell'animale. La marmotta *A* si è destata 8 volte nel corso del suo letargo normale, la *B* e la *C* rispettivamente 9 volte: ogni volta che si sono svegliate, c'è stata emissione di urina e di feci. Al massimo ogni 15 giorni gli animali si sono ridestati.

Da tutte le ricerche, eseguite sul chimismo respiratorio degli animali letargici, si può concludere, che facendo la somma delle perdite di peso dei periodi di risveglio e di quelle in cui la marmotta è in letargo, si riconosce, che sono presso a poco uguali. Regnault e Reiset hanno dimostrato, che 1 kg. di marmotta in letargo assorbe per ora gr. 0.07 di O_2: gli stessi sperimentatori trovarono che in un giorno di veglia, la marmotta fissa tanto O_2 che in 30 giorni di letargo, ossia 30 volte più di O_2 allo stato di veglia che allo stato di letargo. La quantità totale degli escreti è di gr. 495 per kg.: in ragione dell'ossigeno fissato si ripartisce nella maniera seguente:

H_2O formata per fissazione di O_2 . .	Gr.	99
CO_2 per fissazione di O_2	»	283
H_2O per disidratazione dei tessuti . .	»	97
Residui solidi organici e inorganici. .	»	16

Gli altri sperimentatori, che si occuparono di questo stesso argomento (come abbiamo visto nel capitolo sullo scambio respiratorio), sia eseguendo ricerche sulla mar-

motta, come su altri letargici, giunsero a queste medesime conclusioni.

Dalla seguente tabella si vede il numero delle volte che le nostre marmotte hanno aumentato o diminuito di peso, oppure sono rimaste stazionarie, tenendo conto o no delle variazioni di un decigrammo.

		Il peso rimane:	
Marmotte	aumentato	stazionario	diminuito
A	23	—	78
B	16	—	83
C	13	—	62
Non tenendo conto delle variazioni di un decigrammo.			
A	15	15	71
B	9	16	74
C	12	4	59

Nelle nostre tabelle, nelle colonne indicanti le variazioni del peso per kg. e per ora, sono indicate solo quelle cifre, che non vanno oltre il milligrammo.

Vediamo, quale influenza hanno sulla perdita in peso della marmotta letargica le influenze cosmiche e le cause intrinseche allo stesso animale.

Certo che l' influenza delle condizioni cosmiche sui fenomeni intimi della nutrizione deve essere molto grande e fra queste sopratutto la *temperatura ambiente*.

Il Noè, confrontando i coefficienti tossici di inanizione ottenuti nel riccio letargico, vide che il loro valore è più forte nel 1903 che nel 1901 e ritiene, che forse la diminuzione della resistenza al letargo nel 1903 nel riccio è dovuta al fatto che, sino dal mese di marzo di questo anno, la temperatura era elevata, contrariamente al 1901 e perciò il periodo letargico ebbe termine molto più presto. Parla persino di un ritmo dipendente dalle varie stagioni, ritmo corrispondente ad un ciclo annuale, che ammette verificarsi per un dato numero di anni in perfetta relazione con una periodicità cosmica analoga.

Camus e Gley avevano già segnalato, prima del Noè, le variazioni di peso di cui sono suscettibili i ricci e in particolare gli aumenti enormi, che possono subire dopo un periodo di letargo.

In diversi lavori Maurel aveva già messo in rilievo per diverse specie animali (riccio e cavia) e per l'uomo l'influenza delle stagioni sulle perdite che subisce l'organismo e stabilì che il numero delle calorie consumate per giorno e per chilo è più forte in inverno che in estate. L'autore basa le sue esperienze sul consumo degli alimenti ed i suoi esperimenti furono confermati da Richet per il cane e da Larguier des Bancels per il piccione.

Ciò del resto era stato visto già dal grande Ippocrate (*Aph.* 15-18, sectio I).

Questi fatti dunque già antichi non furono che meglio chiariti dai fisiologi moderni. Nel riccio in letargo, per il Noè, questo stato tutto speciale non serve che a rallentare la velocità dell'istolisi: difatti uno di questi animali in 242 giorni di periodo letargico non ha perduto che gr. 1.37 per kg. e per ora, mentre che in 136 giorni di periodo estivale aveva guadagnato al *minimum* gr. 6.20 per kg. e per ora. Il riccio quindi ha realizzato un guadagno di gr. 4.83 per giorno e per kg., senza il quale sarebbe avvenuta la bancarotta, lo sfacelo dell'organismo. Il massimo del guadagno in peso si ha nella primavera e poi va man mano discendendo, sino a che tocca il massimo nell'inverno per cominciare a riaumentare all'inizio della primavera dell'anno successivo. Però, quantunque la temperatura ambiente cominci ad aumentare fino dalla prima quindicina di febbraio, pur tuttavia il peso continua sempre a diminuire, data pure questa favorevole circostanza.

Il Noè conclude da ciò, che l'adattamento alla periodicità cosmica non si produce che dopo un tempo più o meno lungo, variabile per animali di specie diversa, sempre però con un certo ritardo. Questo stesso fenomeno si verificherebbe paragonando anche le cifre a quindicine, a giorni e anche nelle varie ore di uno stesso giorno. In genere però si deve ritenere come legge fondamentale, che negli animali letargici il calore favorisce l'assimilazione, mentre il freddo la disassimilazione. Viceversa avverrebbe, secondo Maurel, nella tartaruga, animale poichilotermo, anche quando si trova nel letargo invernale.

Il Noè nel suo bellissimo studio osservò nel riccio, che la perdita fu più forte alla temperatura elevata, che quando questa era più bassa.

	Temperatura Gradi C.	Perdita Gr.
Prima quindic. ottobre – Prima quindic. dicembre	10.4	76
» » dicembre – » » febbraio	7.7	158
» » febbraio – » » aprile	10.2	93

E conclude col dire che gli animali letargici non si comportano, dal punto di vista della loro perdita, come i poichilotermi, quando la loro temperatura propria non si abbassa al di là di un certo grado. Notò inoltre che, mentre il riccio aumenta di peso dopo il periodo letargico, diminuisce di nuovo in pieno estate, qualche tempo dopo che la temperatura ha di nuovo cominciato ad abbassarsi. Il Noè nota delle vere oscillazioni graduali dei mammiferi letargici (assimilazione e disassimilazione) che seguono il decorso della temperatura estiva.

Studiando poi attentamente nei nostri risultati i singoli periodi che sono passati fra un risveglio e l'altro, si vede che tutte le marmotte hanno perduto maggiormente di peso, quando la temperatura era più elevata. Una temperatura bassa è servita a questi animali, come di risparmio, come di protezione contro una istolisi troppo rapida. Con mancanza completa di nutrimento i nostri letargici hanno consumato di più ad una temperatura elevata che ad una temperatura bassa, che ha funzionato in questi casi come un vero e proprio processo di resistenza.

Sugli aumenti di peso che subisce la marmotta letargica. Un fatto abbastanza strano che si nota nelle marmotte in letargo è quello, che il peso corporeo molte volte non solo rimane uguale al giorno antecedente, ma spesso ne è superiore. Nel lavoro di Barkow, si fa menzione per la prima volta, come è stato già visto, che nel letargo di un *Carabus granulatus* e di alcuni rospi, il peso del loro corpo non sempre diminuisce, talvolta rimane uguale, anzi spesso momentaneamente aumenta.

Il Sacc, fu il primo ad osservare, come si è visto, questo fenomeno nelle marmotte in letargo.

Valentin vide la stessa variazione in un riccio e gli stessi fatti osservò poi Valentin nelle sue laboriose ricerche eseguite sulle marmotte letargiche.

Al Noè anche, nel suo lungo studio sul letargo dei ricci, occorse di vedere gli stessi aumenti di peso, che si verificavano specialmente nei primi giorni di digiuno.

Anche il Dubois notò dei leggeri aumenti di peso nelle sue marmotte in letargo, che spesso si verificavano al principio del risveglio, quasi sempre susseguenti a una leggera perdita di peso.

Pembrey anche osservò nelle sue marmotte in letargo un aumento di peso (non dice però di quanto).

Le ragioni più varie furono portate per spiegare questo fenomeno. Colla scorta dei nostri risultati esaminiamoli e procuriamo di rendercene una ragione. Che una atmosfera umida o secca, lo *stato igroscopico* insomma di questa *abbia influenza sopra l'aumento del peso*, fu una delle spiegazioni che si dettero prima di ogni altra gli osservatori. Ed era cosa molto naturale il pensarlo, dati questi animali forniti abbondantemente di pelo, come le marmotte, o di produzioni cornee spinose, come i ricci. È una spiegazione però questa che, se in linea generale è vera, pure in alcuni casi non risponde al vero. Ad esempio, il maggiore aumento osservato nelle nostre marmotte letargiche fu nella marmotta *A* il giorno 5 gennaio 1896, di gr. 3.445, con una tensione di vapore acqueo di mm. 4.2 ed una umidità relativa di cm. 47, mentre nello stesso animale il 23 dicembre 1895 con una tensione di vapore acqueo a mm. 7.9 ed una umidità relativa di cm. 80 si ebbe solo un aumento di gr. 0.025. Così nella marmotta *C*.

Data	Marmotta	Psicrometro		Aumenti osservati nella marmotta
		tens. vapore acqueo mm.	umidità relativa cm.	
6 gennaio 1895 . . .	A	4.2	47	+ 3.445
23 dicembre 1895 . .	A	7.9	80	+ 0.025
5 gennaio 1896 . . .	C	2.9	30	+ 2.170

Confrontando attentamente le nostre tabelle, si potrebbero cavarne fuori degli altri esempi, simili ai riportati.

Lo stesso Valentin, che dava molto peso al cambiamento della igroscopicità atmosferica, avendo osservato che una marmotta esposta al vapore acqueo diventava più pesante per kg. e per giorno da gr. 0.52 a gr. 1.56, mentre quella posta sopra un vaso di acido solforico diminuiva per la stessa unità di peso e di tempo da gr. 0.59 a gr. 0.71, in altra parte dei suoi lavori conviene, che non è questa l'unica causa del rimanere costante o dell'aumentare del peso corporeo. Voit anche ritiene che gli aumenti di peso, che si verificano nei letargici, dipendano da un assorbimento di acqua per la pelle.

Gli aumenti osservati nelle marmotte in letargo (1 mg. per kg. e per ora: totale gr. 0.31) da Weinland e Riehl si debbono ascrivere, secondo questi autori, ad assorbimento di acqua da parte dei tessuti igroscopici, acqua che si trovava nell'apparecchio e che serviva per le ricerche sullo scambio respiratorio. Secondo il Valentin il vero letargo sembra unito ad un costante aumento del peso del corpo. Se le marmotte non rimangono tranquille per un lungo tempo, allora cominciano uno o più movimenti respiratorî, ciò porta naturalmente ad una perdita, che può durare per molti giorni, diminuendo costantemente sino ad 1 decigrammo *pro die*. Le due serie di ricerche, fatte dal Valentin in atmosfera con molto vapore acqueo, gli dettero dei risultati costanti. Il peso del corpo nei primi 3-4 giorni aumentò, ed in maniera tale, che la differenza positiva divenne sempre più piccola. Questa differenza sembra derivare dal fatto, che i tessuti igroscopici dell'animale assorbono più acqua, di quando si trovano in un'atmosfera secca. Non si può però stabilire, se il corpo dell'animale aumentò contemporaneamente al possibile aumento che poteva avvenire per lo stato di igroscopicità dei suoi tessuti, per possibile minore emissione di acqua per la respirazione. I giorni consecutivi dettero sempre delle differenze negative o quasi nulle, quantunque le marmotte stessero tranquillamente in letargo.

Valentin spiega la diminuzione di peso, che seguì sempre

nelle marmotte tenute in un'atmosfera secca, col fatto dell'aumento della perdita in acqua subita dall'animale, come anche col letargo leggiero che avevano sempre gli animali tenuti in queste condizioni. Iniettata dell'acqua nell'intestino, osservò che il peso corporeo variò nella stessa maniera, come nei giorni seguenti in cui erano allo stato normale, ossia diminuì di poco di peso durante il letargo e molto di più nella veglia.

La capacità igroscopica dei tessuti cornei, che proteggono la superficie dell'uomo e degli animali, sarà forse la causa determinante, per cui il vapore acqueo dell'atmosfera avrà le stesse influenze sul peso corporeo, come qualche volta si avvera in queste marmotte letargiche.

Proporzionatamente gli aumenti di peso saranno, per es., maggiori nel riccio che nella marmotta, e ciò forse perchè la capacità igroscopica delle sue spine è molto maggiore della pelliccia di quella. Dai nostri risultati, come abbiamo visto, e che parlano abbastanza chiaramente, non possiamo concludere che, ad un aumento della igroscopicità atmosferica, corrisponda un aumento di peso nella marmotta in letargo. Nella maggioranza dei casi si verifica questo aumento, ma non sempre.

Vediamo ora, quale influenza può avere la temperatura ambiente sopra questi aumenti passeggeri del peso di queste marmotte.

Il Valentin nota, e ne riporta anche una tabella, che gli aumenti si hanno sempre fra 2°.8 C. e 13°.0 C. Una temperatura superiore a 10° sembra già essere poco favorevole all'aumento del peso. Anzi, dalla sua tabella appare manifesto, che man mano che si sale da una temperatura di + 6° ad una di + 11° gli aumenti si fanno sempre minori. Esaminando partitamente i nostri risultati si vedrà, come le idee del Valentin siano troppo recisamente esclusive. Io ho avuto aumenti di peso sino ad una temperatura di 15°.5 (marmotta C, 21 marzo, aumento gr. 0.250).

Tutti gli aumenti di peso si ebbero poi ad una temperatura sempre superiore a + 6° C., e non si sono notate delle differenze notevoli (di diminuzione cioè o di

aumento), sino alla temperatura di + 15°.5 C. Mano mano, insomma, che la temperatura è salita da + 6° C. a + 15°.5 C., non è vero che gli aumenti si siano fatti sempre minori.

All'occhio diligente del Valentin non era sfuggito il fatto, che questo aumento del peso corporeo corrispondeva sempre con una pressione atmosferica bassa. Si dimanda, se questo sia un fatto costante, oppure si avveri solo occasionalmente. Certo che il Valentin nelle sue ricerche non tenne conto sistematicamente ogni giorno delle variazioni della pressione barometrica, quindi si capisce bene il suo dubbio: non poteva, insomma, emettere nè una teoria e tanto meno una legge.

Un mezzo molto semplice fu per il Valentin di ottenere un aumento del peso corporeo e contemporaneo aumento della temperatura dell'animale circondandolo cioè di corpi che non disperdessero il calore, ad esempio, ovatta o panni di lino. Perchè questo fenomeno nelle nostre marmotte potesse venire controllato scevro da ogni errore, bisognava che col variare della pressione barometrica rimanesse costante la temperatura e il grado di umidità dell'aria e, perchè si verificasse contemporaneamente in tutti tre gli animali, occorreva che questi avessero avuto contemporanei i periodi di risveglio. Risalta evidente, esaminando le cifre del peso delle tre marmotte e della pressione barometrica nei giorni 28-29 febbraio ed 1 e 2 marzo, come mano mano che la pressione barometrica si è andata abbassando, il peso della marmotta è aumentato, non però proporzionatamente alla diminuzione della pressione. È da notare però, che nello stesso periodo di tempo il grado di umidità dell'atmosfera è andato meno aumentando.

Del resto però, esaminando le nostre cifre, e prendendo le marmotte isolatamente, qualche volta si vede bene l'influenza che ha la diminuzione della pressione barometrica sopra l'aumento del peso delle marmotte: per es., osservando le cifre del 13-14 gennaio delle marmotte *B* e *C*, giorni nei quali lo psicrometro è rimasto quasi costante.

Concludendo, dunque, possiamo stabilire che non sempre costantemente, ma spesso, ad una pressione barometrica bassa, rimanendo costanti tutte le altre influenze cosmiche,

corrisponde un aumento nel peso della marmotta, che si trovi nel letargo invernale.

Oltre di queste influenze cosmiche, vi sono altri fattori intrinseci alla vita animale, che possono determinare e spiegarci anche da loro stessi, all'infuori di ogni altro, questo fatto, a prima vista molto strano, di aumento di peso. Il vero letargo, calmo e profondo, è quello che va costantemente unito a questo aumento. Difatti noi osserviamo costantemente un tale fatto: dopo un risveglio dell'animale, durante il quale questo, naturalmente, si è molto affaticato, appena incomincia a cadere in letargo, questo è molto profondo. (Si avvererebbe, insomma, lo stesso fatto che si avvera anche nell'uomo nelle prime ore del riposo). Aumenti molto forti nella marmotta si hanno difatti solo nelle prime 24 ore, in cui il letargo è più profondo, poi questi aumenti vanno gradatamente diminuendo, perchè il letargo diviene più leggiero, al quale corrispondono respirazioni più frequenti e profonde, maggior consumo quindi da parte dell'animale letargico. L'aumento può durare uno o più giorni anche (persino 3-4).

La marmotta, stando in profondo letargo, non respira che molto raramente, e questi movimenti respiratorî sono molto superficiali, quindi poca perdita di CO_2 e di H_2O per i prodotti della espirazione.

Valentin osservò, che le marmotte, che erano spesso svegliate e disturbate, davano molto di rado delle variazioni positive del peso corporeo.

Il *peso iniziale dell'animale* non ha influenza alcuna sulla produzione di questo fenomeno, come si può chiaramente vedere dall'esame delle nostre tabelle.

Lo stesso dicasi del *sesso*.

Mentre invece uno dei fattori più importanti per spiegarci questo fenomeno deve essere sicuramente il *chimismo respiratorio*. Questi aumenti passeggieri, e che del resto sopravvengono assai irregolarmente, possono essere originati anche dal *carbonio*, dall'*ossigeno* e dall'*azoto*.

Escludiamo *a priori* l'*azoto*, l'assorbimento del quale per via respiratoria e consecutiva fissazione nei tessuti per farne aumentare il peso è cosa problematica, se non

impossibile e fissiamo la nostra attenzione sul carbonio e sull'ossigeno. Dubois, come si può vedere nel capitolo del sangue, riuscì però a vedere una fissazione di N nel sangue. Una delle cause di questo aumento del peso corporeo, che andiamo studiando, si baserà naturalmente sul fatto che *verrà ritenuto maggiore materiale gassoso di quello che contemporaneanente non ne venga emesso.* È l'*ossigeno* dunque, che rimane fissato nei tessuti del letargico (Regnault e Reiset: Pembrey notò un aumento di gr. 0.08-0.16 di O_2) e non viene ad essere eliminato che poco a poco, combinandosi col carbonio sotto forma di acido carbonico. Anche il *carbonio* forse non rimarrà estraneo, fermandosi sotto forma di CO_2 nei tessuti, dando così luogo a quell'autonarcosi carbonica, che secondo alcuni autori (Dubois) sarebbe una delle cause determinanti il letargo invernale. P. Bert anche ritiene che il letargo dipenda da un accumulo di CO_2; tenuto conto poi che l'O_2 inspirato non si ritrova nel CO_2 emesso, Bert spiega con questo fissamento l'aumento di peso, che talvolta fu pure da lui osservato nelle marmotte in letargo.

Bouchard e Desgrez, che studiarono questo fatto, che sembra paradossale, nei mammiferi superiori digiunanti, hanno spiegato l'aumento di peso, senza che l'animale prendesse alimento alcuno, colla trasformazione del grasso in glicogeno, per mezzo di un'ossidazione incompleta della molecola grassosa.

Non solamente non se ne elimina di O_2, ma rimane fissato nell'organismo con un'aggiunta di peso di O_2, che ha servito alla trasformazione del grasso in idrato di carbonio.

Bouchard, avendo notato degli aumenti relativamente considerevoli (40 grammi in un'ora, in un uomo), ritiene possibile sia più logico attribuire questi aumenti a questi fenomeni di ossidazione lenta che producono la trasformazione dei grassi in glicogeno, come mostrò per il primo Dubois nel 1895, colle sue ricerche sulle marmotte.

Difatti Dubois mise per il primo in evidenza sui letargici, la trasformazione dei grassi in glicogeno; non arrivò però ad affermare che era questa trasformazione la causa degli aumenti di peso constatati, e ciò per diverse

ragioni. « D'abord ces accroissements de poids ne sont pas réguliers: ils peuvent se montrer dans la veille et dans le sommeil, bien que dans ces deux états le fonctionnement glycogènique du foie soit très différent. Il m'avait semblé que l'on pourrait les attribuer tout aussi bien à la fixation de l'oxygène par le sang. J'ai constaté, en effet, chez les hivernants, de grandes variations dans le gaz du sang, et l'on voit dans certains cas qu'il y a fixation de l'oxygène en même temps que rétention de CO_2 formé dans l'économie ». Questi due fattori agiscono nello stesso senso, e d'altra parte, gli aumenti osservati essendo piccoli, questa spiegazione gli era sembrata sufficiente: queste idee di Dubois furono poi confermate nel 1896 da Chauveau.

Berthelot pensa che, fino a che non siano state eseguite delle esperienze e delle analisi necessarie, occorre far dipendere questo aumento passeggiero da una ossidazione parziale delle sostanze albuminose con formazione di prodotti speciali transitorî e forse con intervento nel fenomeno della glicogenesi.

Secondo me credo, che tutte queste cause (chimismo respiratorio, trasformazione del grasso in glicogeno, trasformazione delle sostanze albuminose in prodotti intermedi) concorrano tutte insieme, coadiuvate dalle propizie condizioni cosmiche, in cui si trova l'animale in letargo, (temperatura, pressione atmosferica, umidità) a produrre dei passeggeri aumenti di peso.

Però questo aumento, questo guadagno, non dura che pochi giorni, talora solo poche ore, perchè nei giorni e nelle ore seguenti a questo si nota una grande oscillazione negativa nel peso dell'animale, il quale prosegue, come di consueto, sulla linea continua della sua denutrizione.

Si nota inoltre, che questi aumenti passeggeri sono seguiti da una perdita molto forte del peso, quasi che essi non avessero avuto luogo. Anzi dai miei risultati appare manifesto e costante, che tutte le volte che si è avuto un aumento di peso, la perdita consecutiva a questo passeggero guadagno è di tanto più forte, di quanto l'aumento stesso è stato più grande. L'animale non fa che un'eco-

nomia di tempo, perchè il processo di dissoluzione dei tessuti si esagera consecutivamente al guadagno in una quantità quasi eguale se non superiore. Queste oscillazioni positive si riscontrano specialmente nei primi tempi del letargo e ci dimostrano appunto lo sforzo che fa l'organismo nel trar partito da tutte le sue riserve. Consecutivamente, man mano che l'animale procede nel letargo invernale, questi aumenti si vanno facendo più rari e minori, perchè le riserve sono quasi tutte distrutte.

CAPITOLO XIV.

Fisiologia generale del sistema nerveo-muscolare degli animali letargici.

Spallanzani è stato il primo, per quanto io sappia, a sostenere che nel letargo i muscoli degli animali, che si trovano in questo stato, sono rigidi e privi di irritabilità.

Saissy osservò la irritabilità (come lui la chiamava) dei muscoli negli animali letargici.

Fece delle esperienze sopra il riccio, il moscardino e il pipistrello in leggiero letargo e sopra una marmotta in letargo profondo. Irritava i muscoli ed i nervi delle estremità posteriori con un bisturi, con l'ammoniaca, coll'acido nitrico, coll'acido cloridrico e con la corrente galvanica. Giunse a queste conclusioni:

« 1° que plus les mammifères hybernans sont engourdis profondément, moins la sensibilité est exquise et l'irritabilité active;

« 2° que cette dernière est incomparablement plus soumise au fluide galvanique qu'à tout autre agent; soit mécanique, soit quimique;

« 3° que le fluide galvanique n'excite l'irritabilité chez ces animaux, lorsqu'ils sont engourdis, qu'autant que le conducteur du pôle zinc est en contact avec les nerfs, et celui du pôle cuivre avec les muscles;

« 4° que le cœur est peu sensible à l'action du fluide galvanique;

« 5° enfin, que l'estomac et les intestins y paraissent être réfractaires ».

Mangili parla dei muscoli d'una marmotta uccisa in letargo: « per cui anche le carni muscolari mi parvero in generale assai rubiconde ».

Fece delle esperienze sopra questi muscoli della marmotta letargica:

« Con un arco metallico fatto di argento e di zinco, messivi sopra diversi pezzi di muscoli volontari anche tre ore dopo la morte si contraevano fortemente; dopo quattro ore tali movimenti convulsivi cominciarono ad illanguidirsi.

« Le marmotte uccise in letargo presentano rapporto alla irritabilità gli stessi fenomeni che si vedono in molti animali a sangue freddo ».

Mangili poi soggiunge in altra parte della sua monografia:

« Per vedere come procedevano i fenomeni della irritabilità muscolare perocchè avendo udito più di una volta da un celebre naturalista che l'intorpidamento nasceva dalla irritabilità muscolare, viziata o sospesa, mi importava grandemente di sapere se tale sua asserzione fosse realmente conforme alla verità delle cose ».

Difatti, oltre le esperienze sopra citate, ne istituì delle altre sopra muscoli di marmotte in istato di letargo e soggiunge:

« I muscoli erano pallidi rispetto a quelli dell'altra marmotta. Da principio erano sensibilissimi alle prove elettriche (arco voltaico). Questa irritabilità cessò dopo due ore; a differenza dei muscoli della marmotta letargica erano sensibilissimi dopo tre ore e solamente 4 ore dopo la morte parvero illanguidirsi notabilmente.

« Dopo tre ore e mezza le carni muscolari degli arti non davano segno di sensibilità, provocati col suddetto stimolo, mentre i muscoli addominali e intercostali si mantennero sensibili per alcuni minuti oltre questo spazio di tempo: le cose quindi sono molto differenti a seconda dei muscoli dell'animale.

« Certo si è, che i muscoli di una marmotta letargica

rimangono più eccitabili di quelli di una marmotta non in letargo ».

Horvath vide che i muscoli scheletrici ed i nervi degli spermofili in letargo sono eccitabili, quando si sottopongono ad eccitazioni elettriche. Nel raffreddamento dei letargici non riscontrò mai il tetano, che si ritrova facilmente nel raffreddamento degli animali non letargici (coniglio, cavie). Solo due volte fu osservato da lui nel riccio. I muscoli ed i nervi dei letargici, che per un profondo e lungo raffreddamento sono diventati ineccitabili verso l'elettricità, riacquistano molto presto la loro funzione, non appena i muscoli sono diventati più caldi, perchè gli animali, appena cominciano un po' a riscaldarsi, fanno dei movimenti da loro stessi. Paragonando i risultati ottenuti col raffreddamento degli animali letargici con quelli dei non letargici si vede che vi sono delle grandi differenze.

Horvath vide che i muscoli scheletrici ed i nervi sono insensibili in un coniglio anche per correnti di induzione che siano capaci di dare una scintilla, se l'animale è stato raffreddato a 9°. Se si riscaldi poi un tale nervo e muscolo si vede, che il freddo ha agito sopra questi come il curaro, perchè i muscoli si contraggono, quando venga applicata direttamente ad essi l'elettricità e non quando si stimolino direttamente per mezzo del nervo. E ciò si avvera anche con una corrente d'induzione che dia delle scintille. Nei letargici il raffreddamento non presenta una cosa analoga al curaro.

Questi risultati ci fanno quindi vedere che delle grandi differenze vi sono fra letargici e non letargici.

Alcuni ricercatori hanno visto, che l'eccitabilità dei muscoli e dei nervi e così pure il comportarsi rispetto al freddo è differente, a seconda di quando son stati presi gli animali, se in estate cioè, oppure in inverno.

Valentin, nel 1862, istituì qualche ricerca sull'eccitazione elettrica dei muscoli e dei nervi e sulla corrente muscolare e nervosa, ma egli dichiara che questi non hanno mostrato niente di più di quello che si ottiene con i muscoli di rana e non ci fa vedere niente di più per le nostre conoscenze sul letargo. Ma in tal capitolo, destinato

principalmente a conoscere l'influenza dei veleni sulla curva muscolare e la frequenza di eccitamenti necessaria alla contrazione tetanica, le sue esperienze furono condotte per lo più dopo la morte dell'animale e non sono in grado di informarci, riguardo alle modificazioni della funzione muscolare nel letargo e nella veglia, che costituiscono l'argomento delle ricerche che poi fece Patrizi.

Valentin ritornò su questo soggetto nel 1881 e dà qualche nuovo risultato delle ricerche sui muscoli e sui nervi. Egli dice, che a causa della temperatura bassa i muscoli durante il letargo si contraggono più lentamente rispetto a quelli dell'animale sveglio, ma meno presto che quelli della rana alla temperatura di 10°-20°. Nota inoltre che, per tetanizzarli, i muscoli della marmotta in letargo esigono delle interruzioni meno rapide di quelle che occorrono per i muscoli delle rane.

Infine egli studia l'azione della elevazione artificiale del calore sui nervi e sui muscoli. La rigidità dei muscoli della marmotta in letargo, separati dal corpo, si produce ad una temperatura di circa 50°. La sensibilità dei nervi della coscia è distrutta ad una temperatura più elevata. Nel termine di 2 minuti di soggiorno in acqua, a 58°, la sensibilità del nervo sciatico esiste ancora, ciò che stabilisce delle differenze fra gli animali a sangue caldo letargici e gli animali a sangue freddo, che cadono in letargo ad una temperatura di 32°-36°.

Valentin si è dunque occupato di ricercare le differenze o i rapporti che possono esistere fra i mammiferi in letargo e gli animali a sangue freddo, allo scopo di gettare qualche luce sul meccanismo del letargo, ma non trovò nulla a questo proposito.

Patrizi studiò le fasi della scossa muscolare nelle marmotte in letargo profondo, nel letargo leggiero e nel risveglio completo.

Parallelamente alla semplice scossa muscolare per correnti indotte d'apertura, esaminò la curva tetanica e determinò il numero di eccitamenti necessari nell'unità di tempo per una contrazione prolungata e senza oscillazioni, e ciò per ciascuno dei tre stati fisiologici sopra mentovati.

Per giudicare quanto i caratteri diversi della contrazione in genere derivassero dalle differenze di temperatura o da altre condizioni presenti nei muscoli per il letargo o per la veglia, furon fatti esperimenti comparativi su marmotte in letargo, con che i muscoli venivano ad essere riscaldati localmente.

Patrizi preferì la eccitazione diretta del muscolo, talvolta la indiretta (eccitando il nervo sciatico), ed in un caso provò ad eccitare la corteccia cerebrale. Per saggiare gli estensori, prese quelli delle zampe posteriori, e per i flessori, quelli delle dita delle zampe anteriori. La maggior parte delle marmotte permise di lasciare in riposo per parecchi giorni il muscolo, che era stato eccitato una volta, affinchè si ristorasse dalla fatica e guarisse dalle punture degli elettrodi.

Contrazione semplice. Nella marmotta in letargo, il tempo di reazione latente ha una lunghezza molto considerevole, quasi mai scende al disotto di $^2/_{100}$ di secondo, una cifra molto alta, e perciò insolita per i muscoli striati dei mammiferi. Non vi sono differenze considerevoli tra le frazioni di minuto secondo, avute quando l' animale era nello stato di profondissimo letargo e quando cominciava a reagire con qualche movimento riflesso, ossia, quando stava per destarsi, pur essendo ancora assente la coscienza.

Marey nel suo libro « Du mouvement dans les fonctions de la vie » accennò alla lunga durata della contrazione semplice nei muscoli della marmotta in letargo, la quale andava progressivamente raccorciandosi, man mano che si avvicinava la fine di questo. La difficoltà di eseguire una vivisezione sulle marmotte allo stato selvaggio, lo ritenne dallo sperimentare su di queste, quando fossero state affatto deste e del tutto vigili.

Nelle esperienze di Patrizi si vede a stento quel progressivo svegliarsi dei muscoli, al quale parrebbe alludere il Marey nel riferire la sua osservazione. Si potrebbe dire che i muscoli tardano a destarsi più della sensibilità e che entrano nella veglia non a gradi, ma piuttosto bruscamente.

Il tempuscolo di eccitazione latente si rimpicciolisce

di molto, quando la marmotta è completamente svegliata, o allorchè, pur continuando il letargo, viene scaldato il muscolo; in questi casi il primo stadio della curva muscolare non occupa che rarissimamente i $^2/_{100}$ di 1″ e oscilla per lo più intorno a $^1/_{100}$ di 1″.

Il periodo di energia crescente che nel letargo si aggira intorno al $^1/_2$ minuto secondo, appena il muscolo sia caldo, o per la temperatura organica dell'animale desto, o per l'elevazione artificiale della temperatura locale, si abbrevia sino a pochi centesimi di secondo. L'ultima parte della curva non fu potuta misurare, spesso, dal Patrizi, a causa della contrattura durevole, per cui non si potè decidere, se dipendesse totalmente dal muscolo o dal suo collegamento coi centri nervosi. Nelle osservazioni in cui manca la contrattura, si vede che il periodo del rilasciamento, mentre nel letargo si poteva quasi sempre calcolare col minuto secondo come unità di misura, nella condizione di veglia era indicato invece come frazione di questo. Dunque l'animale desto avrebbe una durata totale di scossa muscolare tre volte più rapida che quella dell'animale nello stato di letargo.

Patrizi poi soggiunge: « Non è lecito dunque di escludere che l'atteggiamento a forma di palla dell'animale in letargo dipenda in parte da una condizione intrinseca dei muscoli flessori. Si sa che, quantunque predomini la funzione di questi, gli estensori non sono in uno stato di flaccidità e che la risoluzione muscolare della marmotta appare subito quando venga sezionato il midollo, ma nell'azione de' centri nervosi conviene contare anche la cooperazione attiva d'una proprietà dell'apparecchio muscolare. Per decidere se l'origine di questo fatto dovesse cercarsi negli organi nervosi centrali o riferirsi al sistema muscolare, si avvicendarono sotto le esperienze i flessori e gli estensori ».

Confrontando la durata di contrazione dei muscoli flessori con quella degli estensori, non si ritrova diversità apprezzabile, all'infuori della fase di rilasciamento, che si completava meno frequentemente in quelli che in questi.

Inoltre tale contrattura si incontra meno sovente nella

marmotta desta che nella letargica e in quest' ultima, più sui muscoli freddi che su quelli artificialmente riscaldati.

Patrizi fa dipendere l' atteggiamento a forma di palla della marmotta letargica dalla condizione dei MM. flessori.

Contrazione tetanica. I muscoli della marmotta in letargo, che sono caratterizzati dalla lunghezza della scossa, nella contrazione semplice entrano in tetano con una frequenza di eccitamento molto minore di quella domandata dai muscoli riscaldati, o della marmotta desta. Nel letargo, già a 5 eccitamenti per 1″, le oscillazioni sono quasi scomparse dal sommo della contrazione tetanica; alla frequenza di un sesto di secondo, non sono più percettibili ondulazioni di sorta, massime se il muscolo fu sottoposto ad una leggiera fatica. Invece, nella veglia o nell' elevazione artificiale della temperatura del muscolo, questo, al ritmo di 5 eccitamenti per 1″ risponde con un numero corrispondente di scosse isolate e complete; una frequenza di interruzioni tre volte più grande non riesce ad estinguere nel tracciato le vibrazioni isoritmiche del muscolo. Patrizi notò anche il caso in cui una frequenza di eccitamento $= 1''/_{20}$ non fu sufficiente ad addizionare, in una contrazione unica e liscia, le singole scosse.

Come si è visto, cifre identiche a quelle della veglia si sono avute assoggettando al riscaldamento locale i muscoli della marmotta in letargo; con questo però non si deve concludere, che il diverso contegno dei muscoli dal letargo allo stato di veglia, dipenda solo da differenti livelli della loro temperatura. Molte influenze sono capaci di generare un aumento della eccitabilità muscolare, e naturalmente, nella veglia, l' animale letargico, avendo modificate tutte le sue funzioni rispetto al periodo nel quale si trova in letargo, si deve ritenere che non è esclusivamente l' aumento della temperatura, quello capace di cambiare da solo le condizioni fisiologiche dei muscoli. Mosso ha scoperto, che i muscoli striati dell' uomo hanno una curva differente nel sonno e nella veglia; difatti, in questa, con eccitamento uguale, la parte ascendente del miogramma è più rapida e più elevata, mentre è più corta la durata della parte discendente. Patrizi dimostrò,

che si resiste di meno al lavoro muscolare (volontario o ottenuto per eccitazione elettrica) al mattino, appena finito il sonno, che nel pomeriggio in cui tutte le operazioni organiche sono più intense.

Ciò che viene a dimostrarci, che fra i due stati di veglia e di sonno (fra questi due stati le differenze di temperatura sono minime, perchè, quando dormiamo, il calore interno del corpo diminuisce solo di pochi decimi di grado) la temperatura ha la minima influenza. Questa è una considerazione, che possiamo trasportare dalla fisiologia umana alla fisiologia degli animali in letargo, che per Patrizi può essere considerato come una esagerazione fisiologica del sonno. Dobbiamo ritenere, secondo Patrizi, che l'eccitamento fisiologico motore debba agire con un ritmo differente nei due diversi stati dell'organismo.

La contrazione naturale, come si sa, è di indole tetanica ed i centri nervosi, per produrla, non adoperano una frequenza di eccitamenti maggiori del necessario. Se nella marmotta in letargo un eccitamento per ogni $1/5$ o $1/6$ di secondo basta a mantenere il raccorciamento prolungato e fermo un muscolo, quasi sicuramente dal cervello e dal midollo spinale partiranno eccitamenti fisiologici con eguale intervallo di tempo. Gli eccitamenti andranno accostandosi fra di loro all'approssimarsi della veglia, per arrivare sino alla frequenza di 15-20 ed oltre al 1″, a quel numero, insomma indispensabile, per ottenere una contrazione tetanica perfetta nello stato di veglia. Questa è una prova in sostegno della dottrina che il modo di funzionare dell'eccitamento motore naturale (volontario o riflesso) è sempre subordinato allo stato degli apparecchi motori periferici.

Nel letargo insomma si diradano tutte le funzioni vitali (respirazione, circolazione ecc.) e così si diradano anche le eccitazioni destinate al tono muscolare delle membra, o ai loro movimenti.

Dubois, dalle ricerche eseguite sopra i muscoli delle marmotte in letargo e in quelle artificialmente riscaldate, giunse alle seguenti conclusioni: il tempo di eccitazione latente della contrazione muscolare è di $1/3$ più corto nella

marmotta in stato di veglia che di letargo. In questo stato la durata del periodo di attività crescente è, come il periodo di attività decrescente, la metà più corto che nella marmotta in veglia. La tetanizzazione si ottiene con un numero di eccitazioni tre volte minori per la marmotta in veglia. La potenza di lavoro è molto elevata nella marmotta sveglia, i cui muscoli possono elevare non solamente dei pesi più gravi, ma anche ad una maggiore altezza. L'*optimum* dei pesi sollevati è dieci volte più grande nell'animale sveglio. Il muscolo dell'animale letargico emette meno calore per una stessa eccitazione e per uno stesso peso sollevato. La fatica muscolare si produce molto più presto nel muscolo della marmotta sveglia che in quello della marmotta letargica.

Le esperienze di Dubois dimostrano, che il calore costituisce una condizione fisica del mezzo interno, favorevole allo sviluppo della potenza del lavoro muscolare.

Non starò qui a parlare della grande resistenza che presentano i muscoli ed i nervi degli animali a sangue freddo. Mi basti rammentare, come tutte le ricerche di fisiologia generale dei nervi e dei muscoli vennero e vengono eseguite in questi animali, specialmente sulle rane e di queste mi preme rammentare, come Brown-Séquard abbia visto che, durante la stagione invernale, l'eccitabilità dello sciatico reciso persiste fino a 33 giorni dopo il taglio. Questi fatti poi vennero confermati da altri ricercatori, da Schiff a Merzbacher, e mi astengo di parlare di queste ricerche, avendone già tenuto conto nel capitolo II delle particolarità anatomiche, che si osservano negli animali letargici. Qui ricordo solo come, sia nelle rane che nei pipistrelli in stato di letargo, Merzbacher non notò degenerazione alcuna nei nervi sciatici, che venivano ad essere trapiantati. Appena però questi animali venivano portati in una stufa a 27°-30°, i nervi trapiantati cominciavano subito a degenerare.

CAPITOLO XV.

Influenza degli stimoli sugli animali in letargo.

Buffon fu il primo a dire che la sensibilità, quantunque sia diminuita, pur tuttavia esiste sempre nello stato di letargo. Secondo Buffon, nei moscardini gli occhi, durante il letargo, sono chiusi; sembra, secondo lui, che non abbiano più sensi, però sentono ancora i forti dolori. Una ferita, una ustione portano ad una contrazione e contemporaneamente lasciano udire un debole grido; rimarrebbe perciò, secondo Buffon, la sensazione interna.

Secondo Sulzer la sensibilità si comporterebbe nel criceto in una maniera tutta speciale: i criceti durante il letargo sono tesi e, appena abbandonato questo stato, entrerebbero nel primo stadio del risveglio. Le membra, dice Sulzer, è una cosa molto difficile che siano piegate ed appena lo siano, ritornano nella posizione primitiva. Gli occhi sono chiusi e, nel caso si aprano, si vedono trasparenti come nello stato di veglia, ma però si chiudono presto da se stessi. Gli animali sembrano essere senza sensazione alcuna e rappresentano un vero quadro vivente della morte. Aperto il torace ad un animale, non diede alcun segno di dolore, si ripiegò solamente un poco e cominciò a respirare, divaricando di quando in quando le costole. Aperto il ventre, gl' intestini erano senza movimento, e sia l' alcool come l' acido nitrico erano al caso di richiamare in questi dei movimenti.

Risvegliandosi dal letargo gli animali non rimangono più tesi, cosa che facilmente si ottiene portando questi animali dai campi dentro casa. Mano mano che l' animale si va risvegliando e che scende il *quadro della morte* (così dice Sulzer), le membra si cominciano a muovere e, separandole dall' addome, ritornano piano piano nella posizione primitiva e tanto più presto, per quanto più si è vicini al letargo. Appena risvegliati, danno di nuovo dei segni manifesti della sensazione che va riacquistandosi.

Se si pizzicano, ovvero si allargano le gambe, si ri-

piegano in una maniera tutta speciale, aprono la bocca come se sbadigliassero, contemporaneamente emettono un suono poco piacevole, aprono gli occhi finalmente e vanno trabalzando come ubbriachi.

Appena provano a mettersi seduti ricadono di lato e finalmente riesce loro di rimanere fermi e di stare in piedi. Rimangono tranquilli per qualche tempo, come si riavessero da una colossale fatica e cominciano subito a camminare, a mangiare e a ripulirsi.

Saissy anche è del parere, che la sensibilità persista durante il letargo. Difatti, in un punto della sua monografia, egli dice:

« Il suffit seulement qu'elle (la temperatura) se soutienne au même degré et qu'on n'interrompe pas leur sommeil. Voici les faits sur lesquels je me fonde.

« J'avais, dans le même appartement où étaient deux Marmottes, plusieurs Hérissons et plusieurs Lérots; j'ai remarqué que ceux de ces animaux, dont je n'avais pas interrompu le sommeil, pendant quinze à vingt jours, étaient plus profondément engourdis que ceux qui avaient servi à quelques expériences thermométriques, ou eudiométriques ».

Ed in un altro punto osserva, che non è necessario esporre questi animali ad una temperatura dolce per ritirarli dal loro letargo. Qualche piccola scossa, una leggiera irritazione, l'esposizione a una temperatura più fredda che quella nella quale si trovano in letargo, bastano da soli per risvegliare gli animali letargici e far montare al massimo la loro temperatura. Ma questa esaltazione della temperatura non è che momentanea, perchè basta riesporli al freddo, perchè la temperatura si abbassi subito e questi animali ritornino in letargo in meno di 18-20 ore.

Saissy sostiene che il letargo annichilisce quasi la sensibilità, mentre invece fa aumentare la irritabilità.

La sensibilità del riccio, del moscardino e del pipistrello è mediocre. Appena si pungeva con una punta di bisturi la pelle, il muso e le zampe di un riccio, di un moscardino, di un pipistrello, ovvero si tagliava trasver-

salmente la pelle, nei muscoli pellicciai, o conglobatori, del riccio si aveva un leggero movimento di contrazione, oppure gli animali muovevano la testa e i piedi. Eccitato con una pila di Volta, i cui poli erano messi a contatto di una narice e dell' interno della bocca, il riccio dava una leggiera contrazione, mentre il moscardino e il pipistrello erano in preda ad un tremito considerevole.

Scoperto il nervo ascellare e pungendolo, dilaniandolo con la punta di un bisturi, legato, ovvero umettato con ammoniaca, il riccio non faceva che dei minimi movimenti di contrazione, il moscardino emetteva delle grida di dolore, mentre il pipistrello si agitava fortemente, ed emetteva delle grida molto acute.

Saissy provò inoltre ad eccitare una marmotta in profondo letargo, con la corrente galvanica messa sulla lingua e sulla narice. Messi allo scoperto nervi, muscoli e vasi di una zampa, irritando i nervi, pungendoli, dilaniandoli con la punta di un bisturi, umettandoli con acido nitrico o cloridrico non ebbe il minimo segno di sensibilità da parte dell' animale così eccitato.

Riguardo alla sensibilità del riccio, del moscardino e del pipistrello, sottoposti questi animali, dopo averli fatti cadere artificialmente in letargo, agli stessi maltrattamenti che quelli della marmotta, hanno dato solamente qualche piccolo movimento e nient' altro.

Da queste esperienze l' autore conclude, che « l'engourdissement des Marmottes et des Hérissons est plus profond que celui des Lérots et des Chauve-souris. D'ailleurs, ce qui nous confirme dans notre opinion, c'est qu'il faut aux premiers animaux, pour reprendre leur agilité ordinaire, le triple du temps qu'il faut aux derniers ».

A Mangili anche dobbiamo delle bellissime osservazioni sopra la influenza che esplicano varî stimoli, sugli animali in letargo. Ecco quanto da lui fu osservato, a questo proposito, sopra i pipistrelli:

« Allora, rivolti i passi indietro, sparai un fucile ben carico in vicinanza dei pipistrelli letargici, nè m' accorsi che alcuno si fosse scosso nè punto nè poco ad un così grande rimbombo. Sparai un secondo fucile carico di pal-

lini contro uno dei due gruppi di pipistrelli, e ne vidi cadere più di settanta, pochi morti, molti soltanto feriti; e gli altri, rimasti illesi, durarono nel loro sonno letargico senza punto muoversi ».

Ed in un altro punto soggiunge:

« Due o tre di questi pipistrelli si abbandonarono al volo al solo urtarli coll' infundibolo attaccato alla pertica.

« Notai ancora che lo stimolo di una viva luce di due torce a vento produsse in alcuni di essi un lievissimo movimento di ali, senza peraltro che si muovessero di luogo nè punto nè poco.

« Molti di questi pipistrelli, staccati con tutta diligenza, seguitarono a rimanere letargici ».

La posizione forzata data da Mangili ad un pipistrello, per vedere la circolazione del sangue nell'ala, lo fece risvegliare dopo breve tempo.

In questo modo si esprime Mangili per spiegare un'altra influenza di impressioni sensitive sopra un pipistrello:

« Ad uno di essi accostai la torcia a vento in modo da farlo in breve tempo arrostire. Diede all' istante dei segni convulsivi, ma non per questo si staccò giammai dalla volta da cui pendeva ».

Mangili mosse di posto un libro che si trovava di fianco al suo ghiro letargico e tosto osservò una tenue dilatazione e un successivo restringimento dei fianchi.

Riprovò lo stesso esperimento collo stesso risultato:

« Lo spostamento di un libro, per cui perdutosi l'equilibrio nella giacitura può essere stato causa in se stesso del risveglio, oppure anche la presenza dell'aria meno calda che veniva a circondare l'animale. Il ghiro cambiò immediatamente di posto e si mise dietro una scansia ».

Mangili, parlando sempre dello stesso ghiro, dice:

« Nel qual giorno si svegliò di nuovo per certi stimoli meccanici che gli feci provare ».

Mangili osserva anche ad una temperatura + 7° R. un profondo letargo nel ghiro con 5-6-7 respirazioni ogni 28′-30′-35′; qualunque stimolo meccanico aumentava il numero delle respirazioni.

Ad una temperatura di + 7°,5 R. uno stimolo mecca-

nico nel ghiro letargico portò le respirazioni a 17, poi dopo 19′ di quiete dette 1 solo respiro, dopo 18′ di quiete dette 1 respiro, dopo 16′ d'intervallo 7 respirazioni; continuò poi a dare 6-7 respirazioni dopo 20′-22′ di quiete assoluta. Nel frattempo il polso era impercettibile.

Al Mangili non era sfuggita l'osservazione che degli stimoli meccanici anche piccoli facevano variare le pulsazioni di un ghiro in letargo. Difatti: « Esplorato in tale stato il suo polso, m'accorsi che il numero delle battute era assai raro; nè mi fu possibile di assegnarne con precisione il numero, perocchè l'applicazione delle mie dita avrebbe ben tosto risvegliato l'animale ».

Alcuni stimoli meccanici portati dal Mangili sopra un moscardino in letargo ebbero lo stesso effetto: « Ma poi, toccato e stimolato comunque con dei mezzi meccanici, subito si sono manifestati dei segni non equivoci di respirazione accompagnati alcuna volta da un leggero sibilo di dolore ».

All'occhio indagatore di Mangili non sfuggì nemmeno l'influenza che alcuni fattori meteorici (il vento) potevano spiegare sulla profondità del letargo: « Esposto, dopo alcune ore, il moscardino all'aria libera mentre soffiava il vento, le sue respirazioni divennero subito frequenti ed affannose, e diede segni evidenti della molestia che il vento gli cagionava, volgendo, ancorchè letargico, il dorso a quel punto d'onde spirava il vento medesimo ».

Mangili, sempre per spiegare la persistenza della irritabilità, come lui la chiamava nel letargico, racconta questo fatto meraviglioso di una marmotta letargica: « La testa unitamente al collo, appena staccata dal tronco, la riposi entro un vaso con ispirito di vino ordinario, e con mia grande sorpresa notai in essa, anche dopo una mezz'ora, dei movimenti automatici assai marcati; il che prova che se nello stato di letargo conservatore la vita è meno assai energica, il principio vitale però delle singole parti dell'animale è più assai tenace, e tarda lungo tempo a spegnersi, come apparisce dalle prove citate, e da altre che mi farò ad esporre or ora ».

L'influenza degli agenti stimolanti fu studiata da Man-

gili anche sulla marmotta. « Per tener dietro alle quali (pulsazioni) farebbe di mestieri alterare la naturale posizione dell'animale, e quindi metterlo nella necessità di variarne ben presto il numero; perocchè ogni qualunque stimolo esterno, ogni qualunque aberrazione dello stato naturale si faccia prendere all'animale, tosto si veggono i movimenti irritativi, delle più frequenti respirazioni, ecc. ».

Le più svariate eccitazioni possono avere anche influenza, secondo Mangili, sulla interruzione del letargo: « Le stesse visite frequenti che io le (marmotta) feci dopo averla svegliata e forzata la prima volta a mangiare possono esse pure aver contribuito ad impedirle il sonno ».

Secondo Hall, nel letargo, la sensibilità è quasi annientata. Se si prende un riccio in istato di attività e si mette nell'acqua, l'animale comincia immediatamente a nuotare, mentre invece, quando si trova in istato di letargo, l'animale rimane per un lungo periodo di tempo al fondo del vaso, come la sua sensibilità non fosse stata affatto influenzata dal contatto dell'acqua.

Questo fatto avverrebbe, molto probabilmente, secondo Hall, perchè il riccio in condizioni normali di veglia comincia a nuotare per paura (osservò in questo animale lo stesso fatto che nel moscardino), probabilmente, questo nel letargo non esiste assolutamente e l'animale potrebbe forse rimanere per un po' di tempo tranquillo, se la sua sensibilità non si risvegliasse per il contatto dell'acqua. Hall osserva inoltre che il letargo nel riccio non è molto profondo, in modo che basta il minimo contatto con le sue spine, perchè l'animale faccia subito delle profonde e sonore inspirazioni. Del resto lo stesso autore crede che le funzioni sensoriali siano completamente abolite, ciò che si può vedere con la mancanza della respirazione, la quale, se l'animale viene ad essere stimolato, si rinnova per un certo periodo di tempo, ed inoltre perchè l'animale, appena venga ad essere toccato, si ravvolge a forma di palla; però, immediatamente dopo ritorna nel suo stato primitivo, mentre invece, quando si ritira a forma di palla nello stato di veglia, rimane alcun tempo in questo stato, probabilmente, sino a tanto che rimane il senso della paura (*sic!*).

In un altro punto Hall dice che, se viene ucciso un riccio in istato di letargo, i movimenti riflessi durano ancora alcune ore dopo levato il cervello; il muscolo pellicciaio, le estremità, lo sfintere anale rimangono eccitabili per alcun tempo e conservano un certo grado di tono. Appena venga ad essere distrutto il midollo spinale, spariscono immediatamente. I fatti riflessi che si hanno nel pellicciaio e in altri muscoli del riccio sono specialmente manifesti negli animali giovani. I movimenti caratteristici dell'animale si possono richiamare anche dopo la decapitazione, dopo levato il midollo spinale, anche dopo molto tempo che sono sospesi i movimenti volontari e della respirazione e si avvicinano il rilasciamento e la morte.

In un giovane riccio decapitato, che non compie alcun movimento colle narici, si potrebbero avere, secondo Hall, con lo stimolo di queste, ovvero dello stesso midollo, dei movimenti del laringe, come anche i movimenti del dorso possono aversi con lo stimolo delle spine, della coda, delle estremità, ovvero del midollo spinale.

Da altre ricerche fatte sul riccio, Hall conclude anche che la irritabilità sia aumentata durante il letargo. Ad un riccio che da 150 ore si trovava in pieno letargo, tagliò il midollo al disotto dell'atlante e distrusse cervello e midollo spinale il più che gli fu possibile. La ricerca cominciò a mezzanotte ed al mezzodì del giorno seguente il cuore era ancora capace di dare qualche movimento, mentre in un riccio sveglio dopo due ore il cuore non pulsa più.

Prunelle ha visto che le marmotte durante il letargo sono assolutamente insensibili, in modo che si possono far cadere da un'altezza di quattro piedi, oppure ballottarsele fra le mani senza che diano il minimo segno di risveglio. Prunelle ricevette in novembre una cesta di marmotte in letargo, le quali nulla avevano risentito di un viaggio di dieci giorni in una diligenza.

Marmotte con una temperatura propria di 11° R. ed una atmosferica di 6°,5 non vennero completamente risvegliate. Con una corrente galvanica vennero risvegliate in 10-15 minuti. Delle ferite anche molto gravi non spiegarono una influenza molto rapida sul risveglio.

Nei primi 12 14 giorni, basta talvolta solamente gridare, perchè le marmotte si risveglino. Tiedemann, in una marmotta in letargo, andandola a pungere e stimolare, vide segni manifesti di movimento. Anche se veniva piano piano distesa, ritornava di nuovo a rappallottolarsi. Aperte le palpebre, la pupilla era dilatata e l'iride era insensibile alla luce. Un forte rumore non risvegliò l'animale. Portatele al naso delle sostanze odorose non le sentiva affatto. Andando a tagliare il collo si ebbero solamente dei piccoli movimenti del pellicciaio, però non si risvegliò. Al taglio del capo e del simpatico del collo si ebbero dei movimenti di piegamento del dorso, che rimase alquanto arcuato. Infiggendo un coltello nel canale vertebrale fra l'occipite e l'atlante si ebbero solo delle deboli convulsioni.

Berger, dopo aver fatto molte osservazioni su la marmotta in letargo, giunge alla conclusione che in queste la sensibilità era molto piccola. Egli aprì per mezzo di una forbice il pube, introdusse il termometro per più di tre pollici nell'intestino retto, senza che per questo gli animali si risvegliassero, che aprissero gli occhi, oppure si muovessero in una maniera manifesta.

Czermack osservò i ghiri in settembre all'inizio del letargo e vide che, toccando la pelle, oppure solamente i peli tattili del muso, davano ancora qualche grido. Questi animali, come osserva Czermack, erano ripiegati come gli embrioni contro la parete addominale e, appena venivano distesi, ritornavano nella primitiva posizione, *come fossero stati mossi da una molla* e questo autore mette ciò in rapporto con la grande quantità di nervi che si trovano nel dorso. Nel gennaio egli intraprese delle ricerche sopra tre animali che si trovavano in completo letargo ed erano ad una temperatura esterna di -5° sino a -6° R. Messo allo scoperto il nervo sciatico e posto in comunicazione con una colonna di Volta fatta di 20-50 paia di piastre, si ebbero delle contrazioni nei muscoli, però l'animale non si svegliò. Una bottiglia di Leida, messa a contatto con lo sciatico, non dette delle contrazioni molto manifeste e l'animale non si risvegliò assolutamente.

Barkow giunge a queste conclusioni dai suoi esperi-

menti, distinguendo anche tre gradi del letargo in rapporto all'attività dei nervi:

1° all'inizio del letargo nel criceto l'energia dell'animale si abbassa e specialmente dell'attività nervosa centrale, dalla quale dipende il potere di reggersi in piedi e di camminare. Contemporaneamente aumenta la sensibilità dell'animale e l'attività sensoriale superiore e la coscienza non spariscono assolutamente in questo grado. L'animale vede, mantiene i suoi usi, si gratta, morde e cerca di sottrarsi alle influenze moleste esterne, senza raggiungere questo scopo. Il criceto, che, secondo lui, riguardo a coraggio non viene sorpassato da nessun animale, si ripiega e grida molto fortemente quando venga toccato;

2° l'animale chiude gli occhi, l'attività sensoriale superiore e la coscienza spariscono, la sensazione generale rimane integra, però gli atti di volontà vanno sparendo e rimangono solo dei movimenti riflessi. All'inizio di questo grado l'animale grida ancora e contemporaneamente risponde agli stimoli con movimenti a forma di crampo della testa, del dorso e dell'estremità;

3° l'attività sensoriale superiore e la sensibilità generale spariscono o si riducono ad un minimo. L'animale giace dormente e agli stimoli esterni non risponde più assolutamente. Barkow ritiene che Sulzer, nel descrivere il letargo del criceto, abbia avuto davanti questo terzo grado, che a torto riteneva essere l'inizio del risveglio. Gli spermofili osservati da Horvath si comportano, durante lo stato di letargo, verso gli stimoli esterni, come i criceti osservati da quello. Non presentano alcun movimento, divaricati ritornano allo stato primitivo, aperti gli occhi, la pupilla è dilatata e l'iride non reagisce agli stimoli luminosi.

Valentin vide che le marmotte letargiche hanno le palpebre chiuse. La loro pupilla è, in genere, alquanto dilatata. Occorre molta forza a separare la mascella inferiore dalla superiore. Si può introdurre molto facilmente una sonda o un termometro nell'intestino durante il profondo letargo. Una marmotta in pieno letargo può cadere da un'altezza di 1-1 $^1/_2$ metro senza risvegliarsi subito o almeno entro le 24 ore.

Valentin eseguì tutte le possibili operazioni, per esempio il taglio delle regioni plantari, una lesione molto grave all' unghia colla sua matrice, messa allo scoperto di arterie, legatura o taglio dei nervi o ambedue le cose insieme, senza che si avesse il minimo accenno al risveglio. Naturalmente questi risultati furono ottenuti da Valentin ad un grado molto profondo di letargo. In genere, tanto più questo è perfetto, tanto più passano queste lesioni senza dare una reazione. Non solamente la luce diffusa del sole, ma anche, quando questa venga concentrata con una lente nell'interno dell' occhio, gli animali non si risvegliano assolutamente. Un colpo di pistola, sparato vicino all' orecchio, non disturbò nel suo letargo una marmotta. Sparata la pistola una seconda volta l'animale si rintese un po', ma cadde di nuovo subito in letargo, in maniera tale che dopo poco tempo non si vedeva nemmeno un accenno di respirazione. Possono aumentare momentaneamente le pulsazioni cardiache, ma questo fenomeno è passeggiero e non si ripete più volte di seguito ad ogni eccitazione che venga fatta. Valentin ripetè questa stessa esperienza in una marmotta che non era in profondo letargo; ebbene, questa si risvegliò immediatamente dopo il primo colpo. Però si riaddormentò molto rapidamente, quantunque respirasse abbastanza lentamente, una volta al minuto. L'ammoniaca dette dei risultati differenti, a seconda del punto dove veniva messa. Sulle regioni plantari anteriori non arrecò il minimo disturbo, non ci fu il minimo accenno al risveglio. Portata invece nelle narici o vicino a queste l'animale non tardò molto a risentirsene, e finalmente passò in uno stato di letargo imperfetto. Messo un po' di olio di trementina nella narice di sinistra, ovvero sulla lingua di un'altra marmotta, all' inizio non si ebbe alcuna reazione; si ebbero invece dei movimenti abbastanza forti della lingua, ma mezz'ora più tardi. L'animale al giorno seguente era sveglio e molto eccitato; potè cadere in letargo solo al terzo giorno di poi. Stimoli meccanici finalmente, portati nelle parti interne del corpo, conducono facilmente, secondo Valentin, ad un risveglio.

Si può, per esempio, risvegliare anche delle marmotte

in profondo letargo, quando si vada a mettere un tubo di vetro nell'uretra, nella vagina, nell'intestino, nella gola. Quelle ricerche, quindi, che si fanno per vedere la temperatura della gola, della vagina, dell'intestino, disturbano spesso il letargo, in maniera che questi animali, alcuni secondi più tardi, si trovano svegli.

I ricci vengono risvegliati più facilmente delle marmotte dagli stimoli esterni. Difatti stimoli, che non portano in queste ad alcuna reazione, fanno sì che un riccio compia dei movimenti respiratori e del corpo. Il prenderli solamente in mano, un leggiero scuotimento, una scarica elettrica di una bottiglia di Leida, basta talvolta anche un lieve suono, perchè si abbiano delle respirazioni abbastanza sensibili. Su degli animali, che non si sono ancora completamente foggiati a forma di palla, appena si facciano questi stimoli, ritornano subito allo stato di veglia, mentre invece, se si trovano già in letargo molto profondo, appena risvegliati ritorna o abbastanza presto in letargo.

Horvath, riguardo alla influenza dei più svariati stimoli sulla profondità del letargo nello spermofilo, fa delle osservazioni molto importanti.

In un punto così dice testualmente:

« Die Thiere schliefen fest aber nach der leisesten Berührung derselben erwachten sie sofort und dasselbe Thier, welches noch vor kurzem keine Athmung in ein Paar Minuten zeigte, fing an, sofort bei seiner Berührung 40 oder 90 Athmungen in einer Minute zu machen ».

Ed in un altro punto:

« Die Thiere scheinen während des Winterschlafes, indem sie sich z. B. mit der Hinterpfote hinter dem Ohre oder an der Stelle, wo sie mit einem fremden Körper berührt werden, kratzen, auch planmässige Bewegungen auszuführen.

« Bei den Thieren waren während des Schlafes ausser diesen willkürlichen Bewegungen auch Reflexbewegungen leicht hervorzurufen, indem sie die Pfote bewegten, wenn dieselbe mit einem fremden Körper berührt wurde und auch ihre geschlossenen Augenlieder noch stärker zusam-

menkniffen, wenn dieselben oder deren Haare auch nur berührt wurden.

« Diese Reflexbewegungen an den Pfoten und an den Augenlieder blieben einige seltene Male aus, doch war dieses Ausbleiben wieder mit der Temperatur des Thieres noch mit irgend einer von den bemerkbaren Bedingungen im Zusammenhange. Wie wir später sehen werden, können auf reflectorischem Wege auch andere (so z. B. Athembewegungen) bei schlafenden Thieren künstlich hervorgerufen werden ».

Horvath eseguì alcune ricerche sugli spermofili in letargo e dalle sue esperienze, riguardanti la resistenza degli animali letargici ai rumori circostanti, conclude che: ogni rumore anche grande, che si faccia attorno all'animale letargico, è assolutamente incapace di risvegliarlo e, per quanto riguarda questo stato di insensibilità, lo spermofilo non differisce menomamente dagli altri animali. Considerando anzi questo stato di resistenza ai rumori esterni, si può concludere che gli spermofili, come pure gli altri animali in stato di letargo, non fanno uso dell'organo dell'udito e sono come sordi.

Gli spermofili in stato di veglia fischiano e battono i denti di quando in quando, sia che vengano toccati, oppure che vengano a lite fra di loro; durante il letargo, invece, sia volontariamente che in conseguenza di uno stimolo loro apportato toccandoli, non emettono grido alcuno e rimangono assolutamente inerti.

Lo stesso autore esaminò accuratamente gli occhi degli spermofili in istato di letargo e così conclude dalle sue esperienze: gli occhi degli spermofili in letargo sono continuamente chiusi e non si riesce mai, facendo qualunque tentativo, ad obbligare uno di questi animali ad aprirli. Le palpebre sono fortemente serrate e in modo tale, che occorre una forza piuttosto grande per separarle, e quindi aprire gli occhi. Appena, però, le palpebre vengano lasciate, tornano a chiudersi nuovamente con la stessa forza di prima. Questo stato delle palpebre ci dà diritto a credere con certezza, che gli animali in istato di letargo non ci vedono assolutamente e da questo stato delle pal-

pebre si può stabilire, dice Horvath, se un animale trovasi o no in letargo.

Ulteriori ricerche, fatte in proposito sugli altri animali letargici (marmotta, ghiro, moscardino, pipistrello, ecc.), potrebbero darci uno dei segni più certi per stabilire con maggior sicurezza lo stato di letargo degli animali.

Horvath, come prova della insensibilità degli animali in letargo profondo, sostiene che i suoi ghiri, che si trovavano in questo stato, venivano, talvolta, mangiati dai loro compagni di prigionia, senza che si risvegliassero o che dessero alcun segno di sensibilità.

Secondo Quincke nella marmotta, dopo il taglio del midollo spinale, i riflessi degli arti e dell'ano si comportano ugualmente come negli animali a sangue caldo; prescindendo dalla lentezza dei movimenti si ha spesso un aumento di questi riflessi, spesso una diminuzione e spesso si comportano molto diversamente dal modo suddetto.

Le contrazioni muscolari, volontarie e riflesse e così anche la contrazione di un muscolo, susseguente ad uno stimolo diretto e indiretto, procedono abbastanza lentamente.

Asportato il cuore, i riflessi delle zampe si ebbero anche 20 minuti dopo la morte e i muscoli del braccio rimasero eccitabili direttamente e indirettamente anche 6 ore dopo (forse anche di più!).

Dubois anche, nella sua monografia sulla marmotta, ha occasione in molti punti di parlare della influenza degli stimoli i più svariati sul letargo stesso.

Le ricerche termometriche (retto) influiscono sulla respirazione; il ballottamento fa risvegliare la marmotta ogni tre, quattro o cinque giorni, ciò che in riposo assoluto non si avvera.

Le manipolazioni con l'emodinamometro fanno sì che per via rifiessa si abbia un acceleramento della circolazione e quindi un aumento della pressione sanguigna.

Un ago piantato nel cuore della marmotta vi poteva rimanere 24 ore senza interromperne il letargo, anzi talvolta poteva questo divenire più profondo.

Dubois vide che le eccitazioni, comunque esse siano,

provocano un aumento di numero ed ampiezza dei movimenti cardiaci e respiratori.

Le eccitazioni portano anche a sdoppiamento della respirazione e delle pulsazioni cardiache.

L'eccitazione delle zampe in una marmotta sveglia porta costantemente a variazioni molto nette della meccanica del cuore e del respiro.

Le eccitazioni della vescica e del retto, sia toccandola semplicemente, oppure con una corrente elettrica, danno un riflesso della respirazione diaframmatica.

Le prese di sangue, sia per esaminarlo, come anche per prendere la pressione, disturbano, secondo Valentin e Dubois, ugualmente il letargo e possono essere causa anche di un risveglio più o meno rapido.

Le manovre termometriche, specialmente, facevano emettere spessissimo le urine alle marmotte di Dubois. Merzbacher anzi ritiene che una sonda, tenuta in permanenza nella vescica, fa morire le marmotte per soverchia deacquificazione.

Le eccitazioni, dice Dubois, portano anche a variazioni di temperatura (abbassamento o innalzamento).

A Dubois una marmotta senza pelo si risvegliava più spesso, perchè risentiva forse molto di più l'influenza dell'atmosfera ambiente.

Per Dubois, come abbiamo visto, il riflesso prodotto da ripienezza della vescica è causa costante di risveglio.

Dubois ha visto che nel profondo torpore il riflesso corneale persiste, è lento ma netto.

Il riflesso retinico si manifesta con una contrazione molto lenta della pupilla che mette quasi circa un minuto per il suo restringimento massimo. Nello stato di riposo, nel sonno ordinario è della metà circa.

Il pinzettamento e la puntura delle narici e di altri punti della periferia dànno sempre luogo a riflessi respiratorî e provocano il risveglio, se questi stimoli sono molto forti e ripetuti.

I riflessi, che hanno luogo nella regione vescico-rettale, sono quelli che agiscono più fortemente sulla respirazione.

Le eccitazioni chimiche e fisiche degli organi della sensibilità generale o speciale provocano inoltre dei movimenti più o meno generalizzati, ma sempre lenti.

Albini anche, nelle sue ricerche sulle marmotte e sui moscardini, dette molta importanza alla influenza che le più svariate eccitazioni possono spiegare sul letargo e lo accenna in più punti:

« E come il caldo ed il freddo, così la corrente faradica provocò in una delle mie marmotte movimenti riflessi, il risveglio dal letargo e l'innalzamento consecutivo, abbastanza rapido, della temperatura interna da 11° a 35°.

« Se la causa del risveglio della marmotta nel calorimetro a temperatura costante era ed è ignoto, non vi ha dubbio che stimoli esterni possano svegliare l'animale dal letargo come svegliano l'uomo dal sonno fisiologico ».

E più oltre soggiunge, a proposito della possibile influenza che possono spiegare gli stimoli sonori sulla durata dello stato di letargo:

« Nel dubbio che quella di destra, tenuta sveglia dai rumori che faceva l'altra rosicchiando le castagne, continuasse a muoversi mangiando il fieno del nido, sostituii in ambedue gli scompartimenti della bambagia al fieno, precisamente come aveva praticato negli anni scorsi coi moscardini ».

Bunge ritiene che nel letargo i riflessi sono molto diminuiti, talvolta, anzi, completamente scomparsi; anche coi più grandi rumori, talvolta, non si possono svegliare gli animali letargici, poichè essi sembrano come sordi.

Noè, basandosi sopra il riflesso uditivo (che si produce in un animale letargico fischiando sull'orecchio e che può determinare o no il risveglio dell'animale), deduce, se il letargo è profondo o leggiero.

Interessante è l'osservazione fatta da Dubois:

« Tenendo una marmotta in letargo fra le mani in senso orizzontale e facendole poi eseguire un movimento di abbassamento si vede, che la testa fa un angolo abbastanza sentito con il resto del corpo e questo si ha sia che la marmotta venga girata dall'alto in basso, dal basso in alto

oppure lateralmente. Questo fenomeno della rotazione è sicuramente dovuto al senso della direzione ».

Io non posso che confermare pienamente questa osservazione del Dubois, non solamente per quanto ha detto sulla marmotta, ma questo fenomeno è stato da me osservato netto e manifesto anche nel riccio, nel moscardino, nel ghiro e nel pipistrello. Quindi dobbiamo concludere, che anche nel profondo letargo gli animali conservano intatto il senso della direzione, dipendente sopratutto dalla influenza che spiegano i canali semicircolari, i quali organi, come appare dalle suddette esperienze, rimangono dunque funzionanti anche nello stato di letargo profondo.

Ritengo cosa interessante in questo punto, avendo io fatto delle esperienze in proposito, di venire a parlare più da vicino del comportarsi dei riflessi negli animali letargici, comparando questi risultati con quanto avviene negli animali a sangue freddo; farò anche precedere qualche osservazione, su quanto specialmente è stato osservato in questi da Pflüger e Aubert. E questi studi si ricollegano specialmente a studiare le funzioni del sistema nervoso in animali con sottrazioni di O_2, come sono appunto gli animali a sangue freddo ed i letargici in istato di letargo.

Pflüger vide, come una rana possa rimanere in vita, anche se tenuta per ore 5 $^1/_2$ in un'atmosfera di N. Egli osservò inoltre che emettono tanto CO_2 in questo caso, come quando si trovano all'atmosfera libera. Aubert confermò pienamente, quanto era stato visto da Pflüger e giunse alla conclusione, che la produzione del CO_2 è assolutamente indipendente dall'assorbimento dell'O_2. L'O_2 libero non è assolutamente necessario per mantenere le ossidazioni che avvengono nell'organismo: basta l'O_2 intramolecolare di Pflüger, ovvero l'O_2 fissato, nel senso di Kühne, per mantenere i processi vitali. Gli stessi fatti, visti negli animali a sangue freddo, valgono completamente anche per i letargici, dei quali è stato parlato.

Pflüger ed Aubert videro che, sottraendo per molto tempo l'O_2 alle rane, questi animali cadevano in uno stato tutto speciale, caratterizzato da achinesia, rilasciatezza di tutto il corpo e mancanza assoluta di reazione agli stimoli.

Il momento di passaggio in questo stato, sembra che dipenda anche dalla temperatura, perchè a temperatura di 20° durò solo pochi minuti, mentre a basse temperature questo stato può aversi solo dopo otto giorni. Questo stadio di paralisi è preceduto da un altro, nel quale sono aboliti tutti i movimenti spontanei e l'animale risponde agli stimoli solo con semplici movimenti riflessi; il tempo di eccitazione latente sembra essere molto lungo. Secondo Aubert, non si tratta di uno stato, nel quale va perduta la proprietà di fare dei movimenti, bensì di una deficienza, nel cervello, di impulsi per produrre questi; sussegue uno stato di riposo completo, comparabile a quello che presentano le rane senza cervello, le quali, quando non vengano stimolate, rimangono, per ore intere, completamente tranquille; appena, però, vengano ad essere stimolate, fanno immediatamente dei movimenti molto vivi.

Aubert descrive anche molto bene, altre caratteristiche che presentano gli animali, a cui è stato sottratto l'O_2: la circolazione sanguigna ed i movimenti del cuore durano nella completa achinesia delle rane, con molta energia, tale che non è inferiore a quella di un animale normale, per ore intere ed i movimenti cardiaci diminuiscono di frequenza, solo dopo molto tempo che sia sottentrata la paralisi. Aubert descrive con molta precisione il ritorno allo stato normale delle rane, che si trovano in questo stato tutto speciale di morte apparente.

Per far rinvenire una rana che si trovava in questo stato, Aubert la impaccò nel ghiaccio e la sottrasse all'aria libera. L'animale ritorna allo stato normale solo dopo alcuni giorni, che rimane in queste condizioni.

Dapprima si hanno dei piccoli movimenti riflessi con un periodo di eccitazione latente molto lungo, quindi, dopo alcune ore, dei fenomeni di reazione molto complicati: per esempio, andando a toccare una zampa, vengono ritirate ambedue le gambe contro l'addome; più tardi, dopo circa 48 ore, si ritrova la rana seduta in senso verticale e respirante e comincia a fare delle prove per fuggire.

Nel caso passi nella posizione dorsale, oppure vi si ponga, la rana rimane quasi sempre tranquilla in questa

posizione, talvolta prova a ritornare in quella normale, ma dopo tentativi inutili ritorna perfettamente tranquilla. Finalmente dopo 2, 3, 4 giorni, non si lascia più mettere nella posizione dorsale, ma resta sempre in quella normale, si muove circolarmente e nello stesso tempo gracida; si comporta, insomma, come una rana normale. Questi fatti stanno a dimostrarci, che le funzioni del midollo spinale ritornano anche prima dei movimenti respiratorî, anche se l'attività del cervello sia ancora molto bassa. Pflüger aveva osservato: « Im Verlauf der Wiederbelebung hatte sich das verlängerte Mark teilweise, das Rückenmark ganz, das Gehirn gar nicht wieder erholt ». Ed Aubert precisa molto più particolarmente: « Das Gehirn scheint also bei dem Sauerstoffmangel zuerst zu leiden und sich am spätesten zu erholen, diesem folgt das verlängerte Mark, dann das Rückenmark und zuletzt das Herz in dem Aufhören der Funktionen; und in umgekehrter Reihenfolge tritt dann die Restitution dieser Organe ein ».

Confrontando le rane di Aubert e quelle di Pflüger, quando erano assolutamente immobili, con quanto avviene nella caduta in letargo dei mammiferi letargici, facendo un confronto fra lo stato acinetico delle rane con lo stato di letargo profondo dei letargici, infine, comparando i singoli momenti del passaggio dallo stato di passività a quello di attività di queste rane, con quanto si osserva nel risveglio dal letargo, si trovano tali analogie, che conducono ad altre conclusioni non meno importanti.

Merzbacher ha molto diligentemente studiato nei pipistrelli il risveglio dal letargo ed ha visto, che si tratta di un passaggio lento delle funzioni midollari a quelle subcorticali e corticali. Anzi, Merzbacher arriva a precisare quattro stadi distinti, che presenta il pipistrello nello stato di letargo e mentre va risvegliandosi. Riporto testualmente quanto è stato osservato dal Merzbacher:

« I. Stadium, oder Stadium der Rigidität, charakterisiert durch das Vorwalten der Rückenmarksreflexe,

« II. Stadium, oder Stadium des Anhaftreflexes charakterisiert durch das Vorwalten des Medullaoblongatareflexes,

« III. Stadium, oder Stadium der einsetzenden Grosshirntätigkeit, charakterisiert durch das Abklingen der subkortikalen Reflexe,

« IV. Stadium, oder Stadium der durch das Grosshirn gehemmten subkortikalen Reflexe, in dem das Tier vollkommen erwacht und die Grosshirntätigkeit das Tier beherrscht ».

Gli stadi profondi del letargo, come anche quello stadio, descritto da Aubert nelle rane, di morte apparente, hanno dei punti di contatto molto grandi fra di loro: in ambedue vi è insufficienza di movimenti spontanei, anche i movimenti passivi si ottengono abbastanza facilmente e possono essere interrotti solo da stimoli forti, la risposta a stimoli deboli si fa con semplici movimenti riflessi, le contrazioni cardiache sono regolari, poco rallentate. Lo stato di morte apparente ha molte analogie con lo stato di rigidità, che è lo stato più profondo del letargo.

Merzbacher ritiene, che questa somiglianza fra animali a sangue freddo e letargici dipenda da sottrazione di O_2. Le ricerche di Cl. Bernard, eseguite sopra colombi messi in una campana, dove naturalmente erano sottoposti ad una sottrazione di O_2, mostrano, come quelli che vi furono messi ripetute volte resisterono molto di più di un colombo che vi era stato messo di fresco e che moriva quasi immediatamente. La sottrazione lenta di O_2 aveva abituato in certo qual modo l'animale all'avvelenamento. Il colombo, abituato alla sottrazione di O_2, si comporta come un animale a sangue freddo, perchè la frequenza respiratoria è diminuita e l'animale va raffreddandosi; difatti, il colombo prima della ricerca aveva 45° e dopo la ricerca 31°, la circolazione è rallentata e le secrezioni sono ridotte ad un minimo; si constata una grande resistenza verso i veleni. Da tutti questi particolari si può concludere, che l'animale, che assorbe meno ossigeno, si raffredda e tende quasi a divenire un animale a sangue freddo. I letargici, quindi, debbono essere considerati come animali, che mentre si trovano in stato di letargo, si abituano alla sottrazione dell'ossigeno a causa della respirazione molto rallentata e naturalmente si comportano come gli animali a sangue

freddo, per quanto riguarda tutte le funzioni e quindi anche quelle del sistema nervoso.

Come ho accennato più sopra, eseguii delle ricerche sopra l'attività sensitivo-sensoriale delle marmotte in completo e profondo letargo.

Viceversa di Dubois, io non ho veduto persistere, nel letargo profondo, il riflesso corneale: bisogna essere molto accorti nel fare ricerche di tale genere, perchè, talvolta, i movimenti passivi delle palpebre possono far credere all'esistenza di un riflesso, quando in realtà questo più non esiste. Per quanto riguarda il riflesso retinico, io non ho potuto riscontrare nulla di nuovo, perchè nello stato di letargo ho osservato che la pupilla nelle marmotte è completamente ristretta. Per quanto riguarda i riflessi del ginocchio, ne ho tenuto già parola in altro capitolo, quindi mi astengo di parlarne in questo punto. In genere possiamo dire, che una marmotta in profondo letargo resiste molto alle eccitazioni chimiche, fisiche e meccaniche, senza che assolutamente si risvegli. Quando queste eccitazioni sono forti, l'animale può compiere dei movimenti, però questi sono assolutamente incoscienti, come quelli che ci possono essere dati da una rana spinale, ossia, il cervello non prende parte in modo alcuno a questi. Quando questi stimoli, di qualunque natura essi siano, sono molto forti, allora l'animale si risveglia completamente, per trovare nella veglia una difesa allo stimolo che lo va a colpire. Certo si è che, dallo studio diligente dei riflessi, dalla differente prontezza di questi, possiamo conoscere lo stato di maggiore o minore profondità di letargo, nel quale si trova l'animale.

Forel aveva fatto delle esperienze molto curiose sui suoi due ghiri: egli aveva messo uno di questi animali in letargo in cima al bastone trasverso che si trovava nel mezzo della gabbia, dove erano rinchiusi; l'animale si mise allora ad impugnare la branca, come se fosse stato istintivamente svegliato. Forel quindi abbandonò il ghiro e così si esprime, sopra quanto vide:

« Je croyais, que mon loir allait tomber, mais au moment de perdre l'équilibre, une sorte d'éclair instinctif traversa son système nerveux, et une autre patte saisit la

branche inférieure la plus à sa portée, de façon que l'animal ne fit que descendre d'un cran. Alors le même manège se répéta jusqu'à ce qu'il eut atteint le plancher de la cage, où il demeura en léthargie ».

Io potei confermare questo fatto non solamente nel ghiro, ma anche nel pipistrello, nella marmotta, nel moscardino e nel riccio. Quando io feci queste esperienze tutti gli animali si trovavano in istato di profondo letargo e ciò sta a significarci che, ponendo questi in una posizione anormale, è ancora possibile la manutenzione dell'equilibrio.

CAPITOLO XVI.

La regolazione del calore ed i centri termici negli animali letargici.

Hall osserva, che Edwards commise l'errore di credere, che un pipistrello produce abitualmente meno calore di un animale a sangue caldo e ciò, secondo lui, sarebbe la causa principale, alla quale bisognerebbe attribuire l'abbassamento della loro temperatura nella stagione fredda.

Hall rassomiglierebbe invece questi animali letargici ai giovani animali a sangue caldo, che si raffreddano facilmente, colla differenza però, che in questi il raffreddamento è una cosa passeggiera, mentre nei letargici è una cosa permanente.

Hall mise un pipistrello in un miscuglio frigorifero a 1°: la sua temperatura si abbassò in un'ora a 14°, si era dunque raffreddato di 20° in un piccolo spazio di tempo.

I porcellini d'India, gli uccelli, nelle stesse circostanze di esperimento, non si raffreddarono che di 2°, 3°.

Valentin eseguì delle ricerche sopra il calore degli animali in letargo. Dopo avere aperto il corpo di alcune marmotte in questo stato, metteva dei termometri graduati al $^1/_5$ di grado nelle diverse parti del torace, dell'addome ed anche del cervello. Riporto testualmente i risultati principali, a cui egli giunse:

« 1. Das Gehirn wird während des Winterschlafes eben so stark abgekühlt, als die übrigen inneren Körpertheile. Das zweite Murmelthier lieferte sogar für dasselbe 0°, 2 bis 0°, 4 C. weniger, als die Brust und die Bauchhöhle. Die späteren thermoelectrischen Untersuchungen zeigten, dass es kälter als die Hohlräume der Mundhöhle und des Mastdarmes war. Seine Wärme übertraf nur um 0°, 6 bis 0°, 9 C. die der Luft des kalten Zimmers, in welchem das Thier geschlafen hatte (9°, 2 und 10°, 8 C.). Ein so abgekühltes Gehirn erzeugt noch Zusammenziehungen der Muskeln der Vorder oder der Hinterbeine, wenn man die tieferen Markmassen derselben durch das Einstossen des Thermometers verletzt.

« 2. Erwacht das Murmelthier, so strömt, wie wir in einer folgenden Abhandlung sehen werden, mehr Blut zu dem Gehirne und dem centralen Nervensysteme überhaupt. Die Zahl der Herzschläge und der Athemzüge nimmt fortwährend zu. Die Wärme steigt daher nicht bloss in dem Gehirne, sondern in allen Körpertheilen überhaupt, und zwar bis zu Werthen, die allen wachen Säugethieren zukommen. Die Zusammenziehung der Muskeln erfolgt rascher. Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Nervenerregung wird grösser. Alle Bewegungen und die damit zusammenhängenden Folgeerscheinungen gewinnen an Lebhaftigkeit. Die Intelligenz fehlt noch dem Thiere, wenn schon das Gehirn eine nicht unbedeutende Wärmeerhöhung darbietet. Das Pfeifen und Beissen nach Aufregungen fehlt noch, wenn selbst das schlaftrunkene Thier geraume Zeit auf den vier Beinen gestanden hat und selbst verhältnissmässig lange Strecken gegangen ist ».

Quincke studiò per il primo l'influenza, che le alte temperature dell'ambiente hanno sul riscaldamento della marmotta, a midollo spinale integro e tagliato. Le marmotte IV e V furono portate in un ambiente a 8°.5. Alla IV fu tagliato il midollo, a livello della terza vertebra dorsale, poi si faradizzarono gli arti posteriori, contemporaneamente, nell'uno e nell'altro animale. Si vide che una marmotta in un ambiente di 8°, 9°, sotto uno stimolo in_

tenso della pelle, può ritornare in 5 ore quasi alla temperatura normale, e vide contemporaneamente, che la parte posteriore del corpo si riscalda più lentamente di quella anteriore, che il riscaldamento, con uno stimolo uguale delle estremità, avviene più lentamente a midollo spinale tagliato, che a midollo spinale illeso.

In due marmotte (VI, VII), tagliato il midollo cervicale fra la quarta e sesta vertebra, e poi stimolati i piedi con la corrente faradica, si vide che la temperatura della marmotta letargica aumenta di poco, anche con stimoli molto più energici di questi (al contrario della marmotta IV, alla quale fece il taglio del midollo dorsale). I pochi gradi di aumento di temperatura avuti, nel corpo dell'animale, si debbono ascrivere sicuramente ad aumento contemporaneo della temperatura ambiente.

In una marmotta (VIII) sveglia, dopo il taglio del midollo cervicale, la temperatura si abbassa molto rapidamente, molto più che in un coniglio. Mentre però il coniglio a 20°-24° muore colla sospensione della respirazione, la marmotta invece, anche coll'abbassarsi continuo della temperatura, vive ancora molti giorni e rassomiglia alle marmotte VI, VII, operate nel periodo letargico. In queste marmotte, anche il raffreddamento, consecutivo all'operazione, è molto grande; la temperatura del retto si abbassa più rapidamente di quella della gola, in modo che la differenza (che in una ricerca in un coniglio non sorpassò 0°.5) va sino ad 1°-1°.5 C.

Nelle ricerche VI, VII, VIII le marmotte si sono comportate, rispetto alla temperatura ambiente, come veri animali poichilotermi. La temperatura degli animali è dipendente dalla temperatura ambiente, aumenta e diminuisce con questa, mantenendosi però sempre di 2°-3° più elevata; le marmotte, in tal caso, sono dei veri e propri animali a sangue freddo.

La marmotta, rispetto agli altri mammiferi, è molto più resistente agli abbassamenti di temperatura; Horvath vide, che raffreddando a 19° il cane e il coniglio, questi cessano di respirare e solamente con la respirazione artificiale sopportano un ulteriore raffreddamento. La marmotta invece

a 10°, ed anche meno, respira ancora, anche a midollo cervicale tagliato. Si deve ascrivere questo potere di sottostare alle basse temperature, secondo Quincke, ad una maggiore resistenza del centro respiratorio.

A Quincke, una marmotta in letargo, con 14° di temperatura rettale e, sotto l' influenza di stimoli elettrici molto intensi (corrente faradica), si risvegliò e si riscaldò. Questo riscaldamento, dietro lo stimolo della pelle, vide che si avvera più presto a midollo spinale intatto, di quello che a midollo spinale tagliato. Il taglio di questo sembra, che rallenti specialmente il riscaldamento della metà posteriore del corpo.

Ricerca II A.

Marmotta: *da un ambiente a* 5° *passa in un ambiente a* 15° C.

Tempo ore, minuti	Temperatura rettale	Temperatura gola
0.00	9.6°	9.7°
0.45	10.4°	10.8°
1.0	11.4°	11.6°
1.20	12.6°	14.3°

Da ore 0.30 a ore 1.20 fu faradizzato ad intervalli il treno posteriore.

2.40	25.8°	28.5° R 50 P 160
4.40	34.5°	..

Ricerca II C.

Taglio del midollo spinale a livello della quarta radice dorsale.

Si porta da un ambiente a 5° ad uno a 14° C. e si paragona colla marmotta III.

Tempo ore, minuti	Temperatura rettale	Temperatura gola
0.00	7.7°	7.8°

Taglio del midollo spinale.

0.25	8.1°	10.1°

Faradizzazione del treno posteriore.

Tempo ore, minuti	Temperatura rettale	Temperatura gola
0.45	10.7°	12.8°
1.5	11.2°	13.7°
1.25	11.8°	14.1°
3.5	14.0°	23.4° R 52 P 180
3.30	13.4°	28.4°
3.45	18.5°	30.3°
5.25	30.2°	33.2°

L'animale si riporta nell'ambiente a 5°, dove rimane nei giorni successivi.

22 marzo ore 10	34.7°	35.1°
23 » » 9	35.1°	35.7°

Secondo lo stesso Quincke, nella marmotta, la pelle non ha quella stessa importanza, per la regolazione del calore, come nel coniglio: la temperatura del corpo delle marmotte può rimanere per molte ore al disotto della temperatura ambiente. La produzione del calore delle marmotte letargiche subisce delle enormi variazioni, perchè, per esempio, possono rimanere, per settimane intere, solamente ad 1°-2° superiori alla temperatura ambiente.

Esse si mantengono a 6°-8° e quindi sono capaci di passare in 4-5 ore a 25°-30° al disopra della temperatura ambiente. Molto spesso (p. es. nelle marmotte II, V) questo riscaldamento viene ad essere portato in via riflessa per le vie sensitive. Si potrebbe credere, che siccome anche la frequenza della respirazione viene ad essere aumentata per la stessa via, anche l'aumento dell'ossigeno, che ci va unito, potrebbe ritenersi come la causa dell'aumentata combustione e della produzione di calore.

Secondo l'autore e secondo le ricerche anche di Valentin, nella marmotta in letargo, il sangue (come abbiamo visto nel capitolo in proposito) ha un colorito chiaro, come quello arterioso, possiede quindi molto maggiore O_2 libero.

Contemporaneamente, in via riflessa, potrebbero partire degli impulsi dal sistema nervoso centrale, i quali an-

drebbero ai muscoli e potrebbero portare ad una maggiore ossidazione in questi tessuti, in modo che al sangue verrebbe ad essere sottratto più O_2, di quello che non lo fosse antecedentemente.

Per l'aumento dei prodotti di ossidazione, specialmente poi se a questi si uniscano altri stimoli esterni, si giungerebbe ad un grande mezzo di eccitazione per i movimenti respiratorî, che aumentano continuamente e finalmente raggiungono una grande frequenza, tale da poter fornire la quantità di O_2, necessaria per l'aumentata combustione nei tessuti.

Una volta che la temperatura sia aumentata, qui risiede una nuova causa di questo continuo aumento, perchè, come si sa, nei tessuti, a temperatura più alta, le combustioni sono molto più forti; ciò viene a spiegare, come la temperatura, all'inizio del risveglio, si innalzi lentamente e poi sempre più rapidamente. Appena si è vicini alla temperatura normale, non si ha più aumento alcuno, perchè, naturalmente, secondo Quincke, entrano in giuoco altri centri termoregolatori e perchè, con la circolazione più forte, il raffreddamento aumenta e vengono bruciate sostanze più facilmente ossidabili.

Si deve ritenere, che non tutti i tessuti del corpo prendono parte nella stessa misura alla ossidazione e alla produzione di calore; difatti la bocca e il retto (due organi già abbastanza protetti dal raffreddamento), durante l'aumento della temperatura, presentano delle differenze molto forti (da 10° a 20°), mentre in animali normali a sangue caldo non esistono assolutamente queste differenze, fra parti centrali e periferiche. Si deve perciò ritenere che, nelle parti che si presentano più fredde, oltre una minima influenza del sistema nervoso sul ricambio materiale, si ha anche contemporaneamente una più duratura diminuzione del lume vasale, per esempio, nella metà anteriore e posteriore del corpo, vi è una differenza nella distribuzione del sangue, alla quale segue una differenza di temperatura, contemporaneamente diminuisce l'introduzione dell'O_2, necessario alle combustioni.

Le ricerche sul taglio del midollo portano a ritenere

che nel cervello si devono ricercare quei centri che servono per lo stimolo del ricambio materiale: sono i così detti centri calorifici. Inoltre, il taglio del midollo spinale porta alla soppressione di altre vie nervose centrifughe, che servono per l'innervazione dei vasomotori, i quali, come si sa, prendono parte molto importante alla produzione del calore.

Quincke ritiene, che l'incompletezza del riscaldamento negli animali letargici, dopo il taglio del midollo spinale, non si deve ascrivere ad una maggiore perdita di calore vaso-paralitica, perchè in questo caso la temperatura rettale dovrebbe essere più alta, ciò che di fatto non è; realmente però, esiste qui una più grande differenza di temperatura, rispetto alla parte anteriore del corpo, più che in un animale a sangue caldo.

Quincke, riassumendo, ritiene che nel cervello della marmotta vi sia un centro calorifico, per l'azione del quale sull'organismo, vengono ad essere influenzati ricambio materiale e produzione di calore e quindi la caduta in letargo e il risveglio, con contemporanea variazione della circolazione e della respirazione.

Vi sono diversi metodi per stabilire la quantità di calore emessa da un animale e che possiamo, naturalmente, applicare anche agli animali letargici. Il Dubois, servendosi di questi varî metodi, ha fatto delle osservazioni interessantissime in proposito:

I. *Metodo calorimetrico indiretto.* — Si sa, che il peso totale del CO_2, eliminato durante il letargo di una marmotta, è di grammi 283 (secondo i calcoli di Regnault e di Reiset), nel quale CO_2 si trovano grammi 77 di carbonio. Per il fissamento dell'ossigeno si formano gr. 89 di acqua, nella quale quantità sono contenuti 11 gr. di idrogeno.

Noi sappiamo che:

1 gr. di C combinandosi con O_2 per fare CO_2
dà calorie 8,08, per cui C gr. 77 $\times$ Ca 8,08 = Calorie 622,16
1 gr. di H bruciando per formare H_2O dà
Ca 34,46, per cui H gr. 11 $\times$ Ca 34,46 = Calorie 379,06

1001,22

Sono dunque 1000 calorie emesse da una marmotta in istato di letargo, completamente assiderata, quindi, senza compiere lavoro alcuno. Si deve osservare che queste cifre, basate sui calcoli di Regnault e Reiset, che le dedussero sperimentando in una marmotta alla fine del letargo e ad una temperatura esterna piuttosto elevata. Si deve notare quindi, che, specialmente questo fattore, come vedemmo, parlando delle influenze della temperatura sullo scambio respiratorio, eleva di molto la quantità di O_2 assorbito e quindi il numero delle calorie.

II. *Metodo calorimetrico indiretto.* — Quando abbiamo trattato delle variazioni di peso, che subiscono i letargici nel loro letargo, abbiamo visto che una marmotta, in questo stato, perde 200 gr. per kg., ossia un quarto del suo peso. Questa perdita, secondo Valentin, come già è stato visto, va ripartita così:

	Grammi
Grasso	100
Muscoli	50
Pelle	
Fegato	
Glandola del letargo	50
Polmoni	
Intestini	

Naturalmente non si tiene calcolo della perdita, che subiscono gli altri tessuti del corpo, e più specialmente il nervoso, perchè sono assolutamente insensibili, come si può vedere anche in tutti gli animali omeotermi, che si trovano in inanizione.

Si sa che, per il disseccamento, il tessuto adiposo della marmotta perde in media il 15 % del suo peso, i muscoli e gli altri organi composti di sostanze proteiche il 72 %. Ora per il disseccamento si avrà:

Tessuto adiposo 100 — 15	= gr.	85
Sostanze albuminose 100 — 72 = 28; tenendo conto di altre perdite insensibili	=	25
	Totale gr.	110

Si sa che:

1 gr. di albumina bruciando dà calorie 4.998
1 gr. di grasso » » 9.069

Dunque:

Grasso . .	gr. 85 × calorie 9,069	=	Calorie 770.865
Albumina .	gr. 25 × calorie 4,998	=	Calorie 124.940
			Totale calorie 895.805

Comparando queste cifre, con quelle ottenute col metodo precedente, si ha una differenza di 105 Ca, ciò non deve sorprendere, pensando a quanto è stato detto ed a quanto ora andremo ad esporre.

III. *Calorimetria diretta.* — Dubois adoperò il calorimetro di d'Arsonval, buon metodo di calorimetria diretta, che concorda abbastanza bene con i risultati ottenuti col calorimetro a ghiaccio, il quale dà anche buoni risultati nelle marmotte in letargo. Dall' insieme delle misure calorimetriche del Dubois risulta che, se un coniglio di peso di 1 kg., alla temperatura esterna di 10°, emette 3.400 calorie per ora; una marmotta di peso di 1 kg., alla temperatura esterna di 10°, in inverno, sveglia, emette 3.0 calorie per ora.

Del resto si sa, che la temperatura della marmotta, quando è sveglia, è sempre inferiore a quella del coniglio.

Essendo la durata del letargo nella marmotta, equivalente a 12 giorni di digiuno in istato di veglia, si avrà per tutta la durata del letargo:

calorie 3 × ore 24 × giorni 12 = calorie 868.

Questa cifra dunque non è inferiore a quella ottenuta col secondo metodo indiretto di Dubois.

Calcolo del lavoro. Dubois pensa che la quantità delle calorie irradiate oscilli fra calorie 895 e 868. Noi prenderemo per media dei nostri calcoli 881 calorie.

Ma una caloria è uguale a 424 chilogrammetri. Dunque il lavoro della nutrizione, durante lo stato letargico della marmotta, fornito da 1 kg. del suo peso, sarà di:

chilogrammetri 424 × 881 = 373.544 chilogrammetri.

È vero, che noi consideriamo questa cifra, come se la marmotta non compisse nessun lavoro esterno, ma durante il letargo, qualche volta, si risveglia e perde una certa quantità della sua energia iniziale, ma essa veglia molto poco durante l'inverno, perchè la sua attività è presso a poco uguale a quella che emetterebbe in 12 giorni di veglia, come ho già accennato varie volte.

Dubois non ha fatto misure calorimetriche sulla marmotta in istato di veglia, ma si può ritenere, che questa irradi quasi quanto un coniglio, essendo la sua temperatura in estate, quasi uguale a quella di questo animale.

L'energia, non impiegata in lavoro esterno e che ha servito unicamente ad accumulare il potenziale destinato ad essere emesso nell'inverno, sarà dunque di:

$$3 \text{ calorie } 400 \times 24 \times 180 = 14.688 \text{ calorie.}$$

Nell'estate l'energia irradiata dalla marmotta sotto forma di calore è dunque proporzionale a quella dell'inverno come 7 sta ad 1.

Le 72 calorie di un giorno di veglia, quando è nel periodo letargico, secondo Dubois sono emesse così:

in	3	ore di risveglio	irradiate calorie	9
in	6	» veglia	»	18
in	15	» letargo	»	45

Durante il risveglio vi è un massimo di irradiamento compreso fra 16°-26° e 2 minimi, uno fra 6°-16° all'inizio del risveglio e l'altro fra 26°-36° alla fine. Queste variazioni corrispondono a dei cambiamenti contemporanei dell'elevamento della temperatura interna durante il risveglio, in modo che le curve termometriche e le aree, che esse circoscrivono, possono servire alla loro volta a rappresentare l'irradiamento e il riscaldamento del corpo. Questo fatto però non vale che per il risveglio, del resto la sola parte della veglia invernale, che possa interessarci dal punto di vista sperimentale.

La curva calorimetrica del raffreddamento è ben lungi dall'essere simile a quella del riscaldamento. Dal momento che la temperatura comincia ad abbassarsi, la marmotta irradia non solamente il calore, che aveva immagazzinato

per elevare la sua temperatura, per esempio, da 6 a 36°, ma ancora una certa quantità di calore, che continua a produrre durante il suo raffreddamento.

Si ammette generalmente, che il calore specifico del corpo degli organismi sia di 0°.8. Si avrà dunque per il calore di riscaldamento $0°.8 \times 30° = 24$ calorie. Se si sottraggono queste 24 calorie dalle 45, che sono state emesse durante il raffreddamento, si trova, che la marmotta, cadendo in letargo, ha emesso ancora 21 calorie, ma in 15 ore, calore che è insufficiente per mantenere lo stato di veglia.

Durante il raffreddamento, esiste anche un massimo di irradiamento, corrispondente a quello che si ha durante il riscaldamento e situato fra 26-16° di temperatura interna della marmotta, che cade in letargo. Come è stato stabilito anche per gli altri mammiferi, la marmotta non irradia, nella stessa maniera che un corpo inanimato, secondo la legge di Newton. Si sa, che un coniglio ha un ottimo di irradiamento, quando la temperatura esterna è di 12-14°; irradia, in questo momento, maggior calore che a 0° e a 25°.

La marmotta ha il suo ottimo di irradiatamento verso 10°, precisamente alla temperatura che le è più favorevole per cadere in letargo.

Queste sono le conclusioni, che trae Dubois dalle sue esperienze:

« 1° Par l'emploi combiné de la calorimétrie indirecte et de la calorimétrie directe on peut évaluer à 880 calories environ la chaleur représentant l'énergie dégagée de ses réserves alimentaires, et transformée en travail physiologique par la marmotte, pendant l'hivernation;

« 2° Le travail physiologique accompli pendant cette période est de 373.544 kilogrammètres, c'est-à-dire équivalent à celui qu'il faudrait pour élever une marmotte de 1 kilogramme 76 fois à la hauteur du mont Blanc;

« 3° L'énergie ayant servi à accumuler la provision énergétique hivernale dans les réserves physiologiques, pendant l'été, peut être évaluée a 14.688 calories;

« 4° Pendant le réveil, il y a un zone optima de rayon-

nement comprise entre 16 et 26 degrés, deux minima, l'un entre 6 et 16 degrés et l'autres entre 26 et 36 degrés;

« 5º La courbe de rayonnement établie dans la période de veille et dans celle de refroidissement, pendant laquelle l'animal s'endort, ne ressemble pas à celle du réchauffement de réveil: cependant il est très intéressant de constater que le maximum de rayonnement est aussi compris entre 26 et 16 degrés;

« L'optimum de rayonnement pour la marmotte éveillée, est à un température extérieure voisine de + 10 degrés, c'est-à-dire de celle qui est la plus favorable à la production de la torpeur hivernale ».

Dutto crede, che il forte potere emissivo e la poca resistenza degli animali letargici ad un abbassamento della temperatura, sono in relazione con le esperienze di Walther, il quale, sottoponendo un coniglio ed un piccolo animale letargico, lo spermofilo (*Spermophilus citillus*, piccolo roditore delle steppe della Russia), all'influenza di uno stesso miscuglio frigorifero, che raffreddava a — 17°, vide, dopo averli fatti stare mezz' ora nella cassa frigorifera, che il coniglio misurava nel retto 34°.4 e lo spermofilo 10°.4. Walther pensando dapprima, che ciò fosse dovuto, all'essere il calore specifico dello spermofilo minore di quello del coniglio, li ammazzò rapidamente con un colpo sull'occipite, e li mise dentro due diversi calorimetri a ghiaccio, di Lavoisier e Laplace. Tenendoli per 36-48 ore nei calorimetri, osservò che il coniglio, del peso di 1231 gr., aveva fuso tanto ghiaccio da averne 13 decilitri di acqua; lo spermofilo, del peso di 220 gr., aveva fuso tanto ghiaccio da averne 11.7 decilitri di acqua. Risultava quindi, che lo spermofilo aveva un calore specifico maggiore. Questo metodo e la deduzione di Walther, che lo spermofilo abbia un calore specifico maggiore del coniglio, non sono scevri di obiezioni; per esempio, se si pensa ai fenomeni postmortali, accompagnati da sviluppo di calore, naturalmente in quantità diversa da animale ad animale, ma pure, malgrado ciò, lo spermofilo perde tanto più facilmente la sua temperatura, posto nella cassetta frigorifera; per la qual cosa, Walther sospettò, che entrassero in giuoco

altri fattori, e forse un diverso potere emissivo dei due animali in esperimento (coniglio e spermofilo).

Dutto studiò una marmotta in stato, dice lui, di semiletargo, con una temperatura di 35°.2, ad una temperatura esterna di 15°. Confrontando questa marmotta con conigli dello stesso peso e col pelo dello stesso colore, vide, che questi emettono una quantità minore di calore, sebbene la loro temperatura sia di 4-5° superiore a quella della marmotta (39°-39°.3). Per convincersi meglio di ciò pose, in un recipiente del calorimetro di D'Arsonval, la marmotta, e nell'altro recipiente un coniglio, e vide dal tracciato grafico, che la marmotta, con una temperatura cutanea inferiore a quella del coniglio, emetteva una quantità maggiore di calore nell'unità di tempo. Secondo Dutto, era da aspettarsi, per animali dello stesso peso, e presumibilmente della stessa superficie, o forse con superficie minore da parte della marmotta, perchè questa tende a foggiarsi a palla, un uguale o minore sviluppo di calore per parte della marmotta. Il fatto contrario, osservato da Dutto, dimostrerebbe, secondo lui, che si può avere un animale che emetta e quindi produca più calore di un altro, che abbia temperatura superiore; in secondo luogo, faciliterebbe la spiegazione del perchè gli animali come la marmotta, siano incapaci di resistere alle basse temperature e diventino letargici.

Dutto ritiene, che dato questo grande potere emissivo, abbassandosi la temperatura esterna, aumenta talmente la emissione del calore, che la produzione di questo non è capace di mantenere più la temperatura normale nell'animale, e così si abbassa sino a diventare uguale a quella dell'ambiente. Innalzandosi invece la temperatura esterna, si riaccendono nella marmotta i processi calorifici, in modo, che la sua temperatura è portata ad un grado superiore a quella dell'ambiente. Secondo Dutto, avverrebbe un meraviglioso processo di economia animale: quando la marmotta è rintanata in letargo, il suo bilancio termico è in buone condizioni, perchè, essendo allora la sua temperatura quasi uguale a quella dell'ambiente, emette pochissimo calore, tanto insomma che basta a riparare alla

dispersione, che in sè stessa subisce e a mantenere il suo corpo alla stessa temperatura. Invece, secondo Dutto, risvegliandosi la marmotta dal letargo, la temperatura propria viene ad avere una grande differenza con quella dell'ambiente e quindi la marmotta disperde molto più calore di un animale non letargico e supplisce a questa maggiore dispersione con una produzione altrettanto accresciuta di calore. La dispersione di questo nella marmotta sarebbe massima in primavera ed in autunno, quando più grande è la differenza tra la temperatura ambiente e quella propria; minimo il disperdimento sarebbe nell'estate e nell' inverno, quando questa differenza diventa più piccola. Bisogna notare però, che la marmotta di Dutto non era in condizioni di letargo, perchè aveva 35°.2, con una temperatura ambiente di 15°. L'animale era a digiuno e non in letargo e questo viene indicato anche dalla sua perdita di circa 8 gr. al giorno, invece di 2.19, come avviene nel letargo. La differenza poi, di potere emissivo, fra il coniglio e la marmotta, dipende forse da condizioni diverse delle superfici dei due animali: nel caso di Dutto, l'animale, che emette più calore, ha un grado di temperatura propria molto minore. Concorrerà anche molto a ciò la diversa eccitabilità del sistema nervoso, che mediante i nervi vasomotori regola la circolazione sanguigna periferica. Nella marmotta forse si avrà un meccanismo ben differente da quello degli animali omeotermi, nei quali il freddo, restringendo in via riflessa i vasi periferici, raffredda la pelle, diminuendo così la differenza termica, che esiste fra questa e l'ambiente e rendendo così molto minore la perdita di calore.

La marmotta, non potendo opporre all'azione del freddo questo mezzo regolatore protettivo, che non possiede, o possiede solo imperfettamente, si comporta come un animale omeotermo, al quale sia stata verniciata la pelle o sia stato tagliato il midollo spinale e che, quindi, sia in questo abolita la termo-regolazione da parte della pelle. Esponendo questi animali, così trattati, in un ambiente, che abbia una temperatura inferiore al *minimum* compatibile colla loro esistenza, si raffredderebbero sino alla morte,

se non si avesse cura di avvilupparli con sostanze coibenti; così avverrebbe della marmotta, se rintanandosi, non riducesse con questo mezzo al minimo grado l'emissione del proprio calore.

Al Dutto dobbiamo un' altra lunga serie di ricerche, eseguite sulla marmotta in letargo, in risveglio e in istato di veglia, col calorimetro differenziale d'Arsonval. La quantità di calore emessa nelle prime cinque ore, è stata di 0.53 Ca all'ora. La marmotta, introdotta nel calorimetro, in istato di profondo letargo, ossia con apparecchi termoregolatori inattivi, era incapace di mantenere quella piccola elevazione di temperatura su quella dell'aria circostante e dovette mettersi in equilibrio termico col mezzo ambiente, irradiando calore in minima quantità (frazioni di Ca all'ora), finchè, dopo cinque ore circa, si pose in equilibrio completo con la temperatura esterna ed allora cessò subito dall' emettere calore.

Secondo Dutto, sarebbe stato lui il primo ad osservare questo fatto; egli dice, che la marmotta in letargo presenta un comportamento uguale a quello degli animali poichilotermi, e spiega, perchè, le marmotte, esposte a basse temperature, spesso muoiono intirizzite. Se la camera, p. es., fosse stata ad una temperatura di 2°, la marmotta avrebbe emesso maggiore quantità di calore ed avrebbe abbassata la sua temperatura sino a 2°.

In una seconda esperienza, fatta sulla stessa marmotta, ad una temperatura quasi fissa sui 10°, la linea di emissione del calore della marmotta medesima mantenne in tutti i suoi punti il valore 0°; ciò significa, secondo Dutto, che una volta messa la marmotta in equilibrio termico coll' ambiente, si comporta come una massa inerte, cioè non emette più calore, almeno sino a che la temperatura ambiente non presenti oscillazioni superiori a 1° e lo stato igrometrico dell'aria non permette, che vi siano dei forti processi evaporativi alla superficie dell' animale.

Nelle sue precedenti ricerche calorimetriche sulla marmotta, per considerazioni teoriche desunte dai risultati sperimentali sul potere emissivo del calore nella medesima, disse, che quando la marmotta è rintanata ed è in letargo,

non si trova in cattive condizioni, rispetto al suo bilancio termico, perchè allora, essendo la sua temperatura pressochè eguale alla temperatura dell' ambiente, essa emette pochissimo calore, cioè quel tanto che basta a riparare alla dispersione che subisce il proprio corpo, ed a mantenere questo ad una temperatura uguale a quella dell' ambiente dove si trova.

Dunque, secondo Dutto, le linee atermiche della sua grafica 2 e di parte di quella 3 dimostrerebbero l' esattezza delle sue opinioni. Il calorimetro in questi giorni di esperimento rassomiglia, secondo questo autore, ad una tana, nella quale può trovarsi una marmotta nell' inverno, e dove non si ebbero differenze maggiori di 1° fra la temperatura massima e la minima; l' atmosfera quindi era satura, o quasi, di vapore acqueo.

Le curve si comportarono molto differentemente, quando l' animale tentò di risvegliarsi.

Dutto passa poi in esame le grafiche da lui ottenute. Vide, che quando si confronta l' inizio della grafica calorimetrica di un animale omeotermo qualunque, al tempo in cui si introduce nel calorimetro, si vede, che questa è costituita da una curva a concavità in basso, mentre l' inizio di una grafica del risveglio di una marmotta, è costituito da una curva con leggera concavità in alto. Questa curva si potrebbe chiamare anatermica ed ha un andamento molto regolare, ascendente per circa ore $2^1{}_2$-3. Dopo questo tempo si osserva costantemente in tutte le grafiche un rapido sollevamento della penna scrivente, che traccia un dente sulla carta affumicata, seguìto da un tratto abbastanza corto di linea regolare, a cui succede un secondo sollevamento repentino e più forte del primo, in modo che, in questo momento, la linea di emissione del calore raggiunge l' elevazione massima. Questa si ha dopo tre, quattro ore, da che hanno incominciato a risvegliarsi i processi calorifici dell' animale letargico. Questi risultati di Dutto coincidono coi risultati ottenuti da Mosso, colle misure termometriche, in una marmotta in letargo. Mosso ha trovato, che le temperature nel cervello e nel retto salgono lentamente, malgrado che l' introduzione dei ter-

mometri faccia compiere dei movimenti all'animale letargico; e le marmotte si svegliano dal sonno letargico lentamente, perchè i tessuti dell'organismo non sono capaci di sviluppare prontamente la quantità di calore, che occorre al cervello, perchè si ristabiliscano le sue funzioni.

Il calorimetro offre, secondo Dutto, un grande vantaggio, di far conoscere cioè in tutta la sua naturalezza, questo periodo del risveglio, che potrebbe chiamarsi di preparazione alla veglia. Dopo questo periodo di preparazione, la marmotta passa allo stato di veglia, nel quale stato la linea di emissione del calore procede parallelamente all'asse, ma che, secondo Dutto, non raggiunge mai lo stato di veglia perfetta, ma uno intermedio, fra questo e il letargo profondo. Il primo tratto di linea con le dentellature rappresenterebbe quel periodo, nel quale si ha il risveglio propriamente detto, accompagnato da sternuti, tremiti, causa forse di quelle dentellature, che possono essere anche prodotte dai movimenti che fa l'animale per defecare ed urinare, e dall'urina stessa che viene a contatto col calorimetro e che ha una temperatura superiore a quella della pelle irradiante, specialmente poi se l'urina è in una certa quantità. Lo stato di veglia dura dalle 10 alle 12 ore e, durante questo periodo, la linea si mantiene isotermica, presentando solo qualche leggiera depressione, ovvero qualche rialzo.

In tutte le 14 grafiche, ottenute da Dutto, la linea isotermica non sorpassava mai i cm. 1.1 e, sapendo che 1 cm. corrisponde a 3.85 Ca all'ora, la marmotta non produsse mai oltre 4.2 Ca all'ora. Nel risveglio la marmotta si sarà trovata in quello stato impropriamente detto di ebbrezza, durante il quale la marmotta defeca e urina, ma non mangia mai (ciò contro quanto ha detto Valentin). La sua temperatura non sarà stata mai superiore ai 20-25°. La linea isotermica ci fa vedere, secondo Dutto, che i processi calorifici continuano per 10-12 ore con regolare intensità e le dentellature, che si riscontrano nella linea, dimostrerebbero, secondo lui, che la marmotta, sebbene in queste condizioni, sia un omeotermo imperfetto, sentendo spegnersi la fiaccola della sua esistenza di omeotermo, cerchi di

vincere con la produzione, per un momento aumentata, di calore, il letargo che la invade. A questa linea, discendente isotermica con dentellature, corrisponde quello stato di irrequietezza e di lotta contro il sonno.

Da questo momento comincia il periodo di discesa della linea, la così detta linea catatermica, perchè i processi calorifici si estinguono lentamente ed impiega circa 20 ore per rientrare nell'ascissa. La marmotta in questo periodo non si trova più in quello stato di ebbrezza e non produce più tanto calore da mantenere la temperatura normale. I processi calorifici nella marmotta si estinguono lentamente, naturalmente però, non rimangono sospesi. Dutto paragona questo periodo di 20 ore ad una fiamma a gas munita di una fiammellina per riaccenderla. Questo tipo di fiamma a gas sarebbe la marmotta durante tutto il periodo della linea catatermica. Dutto però ritiene, che emissione di calore vi sia sempre anche nella linea isotermica, solo non è rilevabile col calorimetro da lui adoperato, che era quello del D'Arsonval.

Valentin difatti, con termometri messi a varie distanze dalla marmotta profondamente letargica, vide, che si riscaldavano anche in questo stato.

Osservando le grafiche della marmotta in letargo si vedono tante linee parallele. È trascurabile il raffreddamento dell'animale letargico per l'evaporazione dell'acqua alla superficie del suo corpo. L'acqua, naturalmente, verrebbe ad essere emessa colla respirazione. Quelle variazioni che si notano in quelle linee, non perfettamente parallele fra di loro, ma innalzantesi o abbassantesi, dipendono dall'acqua, che si trova sotto forma di gocce in tutto il calorimetro e alla superficie del corpo dell'animale. Ciò è dovuto allo stato igrometrico dell'aria ed alle variazioni della temperatura esterna.

Noi sappiamo, che la quantità assoluta di vapore acqueo nell'atmosfera diminuisce coll'abbassarsi della temperatura; onde una certa quantità di vapore acqueo condensatosi svilupperà una certa quantità di calore. Perciò la penna tracciava la linea superiore nelle prime ore del mattino, perchè in questo tempo la temperatura era mi-

nima e quindi la quantità assoluta di vapore acqueo raggiungeva il *minimum*. Nell'interno del calorimetro, quindi, si avrebbe uno sviluppo di calore, dovuto, oltrechè al calore dell'animale letargico, calore immagazzinato nelle ore più calde della giornata, al calore latente del vapore acqueo, contenuto nell'atmosfera circondante l'animale. La marmotta sarebbe, quindi, come avviluppata, a cominciare dalle ore precedenti al levar del sole, in un'atmosfera un po' più calda di quella esterna.

Dubois mosse aspre critiche ai lavori di Dutto.

Le prime ricerche calorimetriche di Dutto riguardano, come abbiamo visto, una marmotta in letargo profondo con 35°.2 (alla temperatura esterna di 15°) e con 10 respirazioni al minuto. La marmotta, naturalmente, come fa bene osservare Dubois, non era nello stato di letargo nel senso di Valentin, e non ci poteva essere con una temperatura di 35° all'inguine e sicuramente con una temperatura anche più elevata nel retto: essendo appunto questa temperatura dell'animale di 20°.2 superiore a quella dell'ambiente e la marmotta contemporaneamente aveva sole 10 respirazioni al minuto. Ciò è in contradizione, con quanto sappiamo sulla fisiologia del letargo, come fa osservare giustamente Dubois.

Secondo questo, anche i risultati calorimetrici ottenuti da Dutto sono assolutamente falsi. La marmotta di questo ricercatore, del peso di un kg. (1034 gr.), irradiava 8.08 Ca all'ora, il giorno seguente 7.95 Ca, ossia il doppio delle cifre ottenute da Dubois. Ma quello che è sorprendente si è l'apprendere, che un coniglio dello stesso peso della marmotta, dello stesso colore, anche con una temperatura di 4° e 5° superiore a quella della marmotta, emetteva solo 5.77 Ca all'ora. Questi dati sono in opposizione assoluta, con quanto aveva visto Dubois. Non è vero poi, che Walter sia stato l'unico ad occuparsi di ricerche di calorimetria, perchè anche Dubois si occupò di questa questione e Dutto dimentica di citarlo nei suoi lavori. Dubois conferma, quanto era stato visto da Dutto, cioè essere l'*optimum* dell'irradiamento per la marmotta a 10°, e che la perdita di calore non aumenta, a questa temperatura,

in modo tale da far comparare l'animale, che cade in letargo, ad un coniglio raffreddato con una corrente d'acqua.

Dutto ignora, forse, che a questa temperatura le marmotte riacquistano di quando in quando il loro grado di temperatura propria, spontaneamente, e che un freddo vicino a 0° le fa uscire dal letargo. Il grande esaurimento prodotto in un animale dal freddo, e che Dutto confonde col letargo, si può ottenere anche nella marmotta, ma essa si comporta allora in una maniera molto differente dagli altri animali e soccombe rapidamente alla sottrazione forzata del calorico, come del resto avviene in ogni animale in inanizione. Dutto poi sostiene a torto, che la temperatura della marmotta, sotto le influenze del preteso accrescimento dell'irradiazione, diventi uguale a quella dell'ambiente, più esattamente avrebbe detto, che si avvicina a quella dell'ambiente. Non è vero, che la marmotta si raffreddi, secondo la legge di Newton.

Nella sua prima memoria, Dutto dimostra di ignorare l'esistenza del risveglio della marmotta a causa di una temperatura vicino a 0°, o inferiore a 0° e, per spiegare ciò, ammette che la marmotta sia sprovvista di un sistema termo-regolatore. La marmotta invece, ne ha uno perfetto che le permette di mantenersi sempre a qualche decimo di grado al disopra del mezzo ambiente, durante il letargo, e di elevarsi a 35°, quando la temperatura esterna si avvicina a 0°. Quando Dutto ha visto, che il suo calorimetro segnava una linea, la quale si confondeva con quella dell'apparecchio funzionante a vuoto, anche quando dentro c'era la marmotta in letargo, non significa che l'animale non irradiasse calore, ma solamente, che l'irradiamento del calorimetro era uguale a quello dell'animale in letargo, e nel caso egli avesse preso in questo momento la temperatura rettale, l'avrebbe trovata sicuramente superiore a quella del mezzo ambiente.

Nel caso in cui la temperatura della marmotta è stata trovata uguale o inferiore a quella dell'ambiente, si è che questa ultima si era elevata più presto di quella dell'animale. Le marmotte di Dutto avevano dei risvegli ogni 7 giorni, mentre invece quelle di Dubois si risvegliarono

ogni 3-4 settimane, tempo che si avvicina di più a quello osservato da Valentin, nelle sue marmotte. Dubois conferma, quanto riteneva Dutto, cioè che non vi sono differenze fra le curve fornite da un omeotermo qualunque e quelle avute da una marmotta sveglia.

Non si devono nemmeno accettare i neologismi da lui proposti per definire le varie curve delle linee. È falso anche, quanto dice Dutto, e cioè, che le marmotte durante l'inverno si trovano in un periodo di semi-letargo, quando si risvegliano; al contrario esse sono estremamente mordaci, in ogni periodo di risveglio. Le marmotte di Dutto poi si trovavano in condizioni cattive per delle ricerche calorimetriche, con fieno, carote, ecc., dentro il calorimetro, sostanze che potevano esser cause di fermentazione, sono questi fattori, che disturbavano insomma una ricerca calorimetrica, la quale era di certo errata.

Graduando un calorimetro con un filo arrossato di platino, Dubois ha visto:

Che una leva di 26 cm. di lunghezza solleva la punta di 2.5 mm. = = 1 gr. calorie-ora.
Dutto: 1 cm. = 3.85 calorie-ora.

Non coincidono quindi questi valori fra di loro. Dutto inoltre non indica la lunghezza della leva.

Risultati di Dutto:

Marmotta peso gr. 1034, temper. massima 35°.2, altezza leva 10 mm., calorie 8.08.
Coniglio peso grammi 1070, altezza leva quasi uguale, calorie 5.77.

Falso è anche, quanto dice Dutto, che un coniglio dello stesso peso emetta più calore di una marmotta sveglia.

Dubois ha visto, comparando il metodo dell'acqua calda per il calorimetro con il metodo della reticella di platino:

1 Kg. marmotta: Con il metodo dell'acqua, media 3 calorie all'ora — Con il metodo della reticella di platino, 3.400 calorie all'ora.

1 Kg. coniglio: Con il metodo dell'acqua, media 3.400 calorie all'ora — Con il metodo della reticella di platino, 3.600 calorie all'ora.

Dutto invece trova:

Marmotta, temp. all'inguine 35°.2, gr. 1034, calorie 7.95 ora.
Coniglio, temp. all'inguine 37°.3, gr. 1070, calorie 5.77 ora.

Le cifre ottenute da Dubois con la calorimetria diretta si ravvicinano singolarmente a quelle da lui ottenute con la calorimetria indiretta. Calcolando il numero delle calorie irradiate durante tutto il letargo, Dubois, col suo calcolo, trova Ca 979,200. I due metodi di calorimetria indiretta, impiegati da Dubois, gli hanno dato circa la cifra di Ca 1001.22 e l'altro Ca 895.805, media quindi Ca 948.562, cifra che si avvicina di molto alle Ca 979.200, fornite con la calorimetria diretta a mezzo del calorimetro di d'Arsonval, regolato col filo di platino portato al rosso.

La media, quindi, delle cifre fornite dalla calorimetria indiretta e dalla calorimetria diretta, sarà di:

$$\frac{948 \text{ Ca } 592 + 979 \text{ Ca } 200}{2} = 963 \text{ Ca } 881\,;$$

tale sarà la cifra, irradiata dalla marmotta durante tutto il letargo. E supponendo che, nella veglia estiva, che del resto non è continua, a causa dei sonni normali, l'irradiamento sia lo stesso che durante la veglia invernale, la marmotta irradierà, al di fuori del periodo invernale:

$$3 \text{ Ca } 400 \times 24 \text{ ore} \times 180 \text{ giorni} = 14688 \text{ calorie}$$

e in tutto l'anno 15642 calorie.

Ma in realtà l'irradiamento della marmotta è più elevato in estate; Dubois ha visto, che è di Ca 3.500 per kilo-ora, ciò che dà la cifra di 16184 Ca.

Dubois studiò, in una lunga serie di ricerche, l'influenza che il cervello esercita sulla termogenesi.

La compressione, esercitata sulla superficie del cervello con una certa forza, rallenta la respirazione, che diviene specialmente addominale, arresta il riscaldamento ed abbassa anche la temperatura: respirazione e temperatura si rialzano, appena si tolga la compressione. Dubois ritiene, che una compressione fatta sulla corteccia cerebrale agisca specialmente, trasmettendosi al cervello medio.

L'eccitazione meccanica della sostanza corticale non ha dato dei risultati ben netti.

L'eccitazione galvanica, praticata sopra un animale, nel quale il riscaldamento fu sospeso per una emorragia

alla base del cervello, ha provocato una leggera elevazione della temperatura durante un'ora e mezza, elevazione che era stata preceduta da un forte acceleramento dei battiti cardiaci.

Lo scolo del liquido cefalo-rachidiano, per una apertura del quarto ventricolo, non ha impedito il riscaldamento di una marmotta, che al momento della perforazione aveva 17°.2 e 3 ore appresso 38°.8 di temperatura.

Il denudamento degli emisferi non ha influenza alcuna sulla calorificazione. Studiando il comportarsi della temperatura in questi animali, durante il riscaldamento, è stato visto, che il cervello si riscalda più presto e molto più che il fegato e la bocca: è ben vero, che l'encefalo riceve direttamente il sangue, che viene a passare per il cuore e per i polmoni.

L'ablazione degli emisferi, immediatamente dopo o all'indomani dell'operazione, non portava ad alcun abbassamento della temperatura nella marmotta e questo risultato è stato costante (in sole due esperienze Dubois ebbe il giorno appresso una relativa ipotermia). Quando l'asportazione degli emisferi non fu accompagnata da alcuna lesione concomitante, specialmente da quelle, che si producono simultaneamente nel cervello medio e nel bulbo, il riscaldamento automatico non fu ostacolato, se la marmotta era in letargo.

Nello stato di veglia, la distruzione degli emisferi non porta ad ipotermia. Gli animali, privi degli emisferi solamente, possono addormentarsi e cadere in letargo, ma conservano la facoltà di risvegliarsi automaticamente; non viene quindi impedito nè il sonno, nè il letargo e nemmeno il risveglio.

Dubois vide, che nelle marmotte l'integrità dei tubercoli quadrigemini, dei corpi striati e dei talami ottici non è cosa indispensabile, perchè si producano sia il letargo come anche la veglia.

Dopo l'ablazione degli emisferi, la respirazione non è molto modificata, nè in ampiezza, nè in profondità, come si vede bene dai tracciati di Dubois.

Quando invece si vadano a fare delle lesioni profonde

delle varie parti del cervello medio, quando la marmotta è in via di risveglio, la respirazione si rallenta abbastanza. La temperatura cessa immediatamente di salire e quindi si abbassa mano mano.

I disturbi respiratori accompagnano sempre quelli della calorificazione, ma se questi disturbi respiratorî si manifestano con un rallentamento, in seguito ad una lesione del cervello medio, oppure alla sua distruzione totale, non si può lottare contro l'ipotermia colla respirazione artificiale.

Dubois ha visto inoltre, che nella parte anteriore dell'acquedotto di Silvio e, dal lato del pavimento del terzo ventricolo, esistono dei centri respiratorî di rallentamento e di acceleramento, da cui dipendono ugualmente l'ipotermia ed il riscaldamento, il torpore e la veglia. Questi centri avrebbero un' azione più o meno diretta sull'accumolo del glicogeno, ovvero sulla sua distruzione.

Le lesioni bulbari portano alla morte, sia immediatamente, sia dopo un tempo più o meno lungo e ciò avviene sia che la marmotta stia sveglia o no.

Se vi è un leggero aumento della temperatura, dopo la sezione del bulbo in una marmotta in letargo, questo deve essere attribuito unicamente all'eccitazione locale prodotta dall'operazione. L'ablazione del cervelletto, senza lesioni concomitanti, non impedisce ad una marmotta di passare dal letargo ad una temperatura di 29°. Non è cosa da meravigliare, che le marmotte possano riscaldarsi dopo l'ablazione degli emisferi, quando si sa, che quando non vi sono lesioni nel cervello medio o nel bulbo, anche negli animali questa operazione non provoca la ipotermia.

Operazioni eseguite sui piccioni, sui conigli, con l'ablazioni degli emisferi cerebrali, quando non venga leso il cervello medio e il bulbo, non conducono mai ad un abbassamento della temperatura. La marmotta, operata durante il suo letargo, può vivere ancora 8-9 giorni ed anche di più col bulbo solamente, ma non può risvegliarsi automaticamente e muore in istato di letargo.

La temperatura si abbassa di molto nei piccioni e nei conigli, in seguito a lesioni profonde del cervello medio; non è lo stesso, quando gli emisferi soli sono soppressi.

Un coniglio, privato dei suoi emisferi, irradia tanto calore quasi quanto un animale normale: questo coniglio ne emette di più, quando sia stato leso il cervello medio: come una marmotta che comincia ad addormentarsi, rispetto a quella che si trova nello stato di veglia. La pressione vasale, dopo l'ablazione degli emisferi cerebrali, anche in marmotte che vanno risvegliandosi, è molto bassa: diminuisce ancora dopo la distruzione del cervello medio, ma è evidente, che questa pressione non ha un'importanza capitale per la calorificazione. Dubois osservò questo, riguardo alla *influenza del midollo nella calorificazione, nella veglia e nel letargo*: 1° La sezione del bulbo al disopra del nodo vitale impedisce il riscaldamento e il risveglio delle marmotte in letargo, anche con l'aiuto della respirazione artificiale.

2° La stessa operazione, praticata sopra un coniglio, produce una ipotermia rapida e considerevole.

3° La sezione del midollo fra l'occipite e l'atlante provoca gli stessi effetti. Il risultato è identico, quando la sezione è praticata fra la seconda e la terza vertebra cervicale, al disopra dell'origine dei nervi frenici.

4° Le marmotte possono sopravvivere molti giorni dopo la sezione del midollo a livello della quarta vertebra cervicale, ma allora restano in istato di torpore e di ipotermia. La respirazione è allora molto rallentata, come nel letargo normale.

5° In queste condizioni l'eccitazione dello sciatico o della vescica sono impotenti a provocare il loro riscaldamento; al contrario l'eccitazione della parte periferica del midollo provoca una elevazione rapida delle temperature boccale e rettale.

6° Con tutto ciò la tonicità muscolare non è distrutta dopo la sezione del midollo, a livello della quarta vertebra cervicale; essa è piuttosto esagerata.

7° Se si pratica la sezione del midollo a livello della quarta vertebra cervicale su due conigli della stessa grandezza e si sopprime in uno di essi la tonicità muscolare, distruggendo la parte periferica del midollo, si raffreddano ambedue ugualmente e nello stesso tempo, irradiando ambedue quasi la stessa quantità di calore.

8° Paragonando dal punto di vista calorimetrico un coniglio normale e un altro a midollo tagliato, si constata che quest'ultimo irradia meno calore del primo, quantunque la sua tonicità muscolare possa essere esagerata.

9° Raffreddando artificialmente un coniglio e tagliandogli poi in seguito il midollo, a livello della quarta vertebra cervicale, non gli si cede la proprietà, che hanno le marmotte di sopravvivere più giorni a questa operazione, ma se ne può prolungare la vita, riscaldandolo artificialmente. Se la quantità del calorico fornito dal mezzo ambiente è troppo forte, la morte sopravviene rapidamente. Non si deve quindi considerare il calore, che emette un animale, come un semplice esito, un residuo inutile e nocivo, che deve essere eliminato, bensì come una condizione fisica del mezzo interno, indispensabile per il buon funzionamento fisiologico dell' organismo. Questa condizione è variabile, secondo la specie dell' animale, secondo gli organi e il loro stato di riposo o di calore.

10° Non è per i cordoni anteriori e laterali del midollo, nè per i cordoni posteriori, che si fanno le comunicazioni fra il cervello medio e il midollo, necessarie alla calorificazione, ma bensì per l'asse grigio cerebro-spinale.

11° In seguito alle emisezioni midollari, praticate sia a sinistra che a destra, il riscaldamento è stato simmetrico e completo; questa operazione non impedisce di prodursi le alternative di letargo e di risveglio.

12° La sezione del midollo fra la settima vertebra cervicale e la prima dorsale rallenta il riscaldamento e lo rende incompleto.

13° L' eccitazione galvanica del tronco del midollo, compreso fra la quarta e la settima vertebra cervicale, rialza la temperatura della marmotta, nella quale il riscaldamento è stato impedito per la sezione superiore.

14° Quando le sezioni sono praticate al disotto della quarta vertebra dorsale, il riscaldamento è completo, ma un po' rallentato.

15° Colla sezione del midollo, al disotto della sesta vertebra dorsale, il riscaldamento è normale.

16° Le marmotte, alle quali sono state praticate delle

sezioni nella regione del midollo, interessanti la calorificazione generale, sono morte con emorragie o rammollimenti della mucosa stomacale. Esiste in questa regione, quindi, un centro o piuttosto un passaggio importantissimo per il funzionamento dello stomaco, le lesioni, ovvero i disturbi funzionali del quale, debbono avere una grandissima parte nella patogenesi delle affezioni stomacali.

17° Nelle marmotte ancora in letargo, la sezione del midollo, a livello della quarta vertebra cervicale, porta alla soppressione dei movimenti respiratorî del torace, con una amplificazione dei movimenti diaframmatici.

La respirazione si fa a bascula, nello stesso tempo che questa si rallenta, i movimenti del cuore sono ugualmente rallentati; la pressione arteriosa si abbassa considerevolmente.

18° Questa operazione determina nelle marmotte svegliate i medesimi fenomeni che negli altri mammiferi: questi si manifestano spontaneamente, quando il letargico cade normalmente in istato di torpore.

19° L'asse grigio del midollo cervicale stabilisce delle comunicazioni fra i centri cerebrali e le altre parti dell'organismo, che servono alla termogenesi generale.

Queste sono le conclusioni, alle quali giunge Dubois riguardo alla *influenza dei gangli e nervi sulla termogenesi*:

1° Dalla porzione del midollo, la cui continuità con l'encefalo è necessaria per il riscaldamento della marmotta in torpore, partono dai nervi che rappresentano una parte molto importante nella calorificazione generale: sono i nervi motori dei muscoli respiratorî ed i nervi simpatici.

2° Questi filetti simpatici traversano i gangli cervicali inferiori ed i primi toracici.

3° La distruzione dei gangli cervicali inferiori e primi toracici impedisce il riscaldamento, che ha luogo durante il risveglio nella marmotta letargica e provoca l'ipotermia nella marmotta sveglia.

4° La distruzione dei gangli semilunari produce lo stesso effetto che quello dei gangli cervicali inferiori e toracici.

5° I filetti simpatici, i più indispensabili per la calorificazione generale, si portano nei gangli cervicali inferiori e primi toracici e di là principalmente ai gangli semilunari.

6° In seguito all' estirpazione dei gangli semilunari si possono osservare dei tremiti muscolari e dell' agitazione, nello stesso tempo che si produce l' ipotermia.

7° L' estirpazione del semilunare destro può bastare a provocare l' ipotermia.

8° La distruzione simultanea, dei gangli cervicali inferiori, primi toracici e dei gangli semilunari, accentua ancora l' azione che questa distruzione esercita, quando si pratica separatamente.

9° Che l' estirpazione dei semilunari sia accompagnata o no dalla sezione del midollo al principio della regione dorsale, il risultato è lo stesso.

10° La sezione dei filetti nervosi, che vanno al fegato, non impedisce affatto il riscaldamento, anzi questa operazione piuttosto l' accelera. Non è dunque per l' intermediario di questi filetti, che i gangli semilunari agiscono su questo fenomeno.

11° La sezione simultanea dei nervi vaghi, al collo, nella marmotta in torpore, porta ad una rapida asfissia. Se questa è praticata successivamente sui due nervi vaghi o isolatamente su uno di essi in questa medesima regione, il riscaldamento è accelerato; non è lo stesso in seguito alla sezione dei nervi vaghi in massa, al disotto del diaframma.

12° Quando i vaghi vengono eccitati, possono avere un ufficio di frenatori della calorificazione.

13° La sezione della catena simpatica e dei nervi splancnici nella marmotta, in via di riscaldamento, provoca una ipoglicemia.

14° La sezione dei vaghi nell' addome determina costantemente una iperglicemia.

15° La sezione dei nervi frenici, al collo, può rallentare leggermente il riscaldamento, sopprimendo le contrazioni diaframmatiche: questo effetto è in gran parte compensato dall' esagerazione del lavoro dei muscoli toracici.

16° Nel torpore profondo il riflesso corneale persiste, esso è lento ma netto: lo stesso si dica di quello della retina e di altri riflessi sensitivi o sensoriali.

17° Il riflesso respiratorio vescico-rettale è molto marcato nel periodo di letargo.

Dubois giunge a queste conclusioni, per quanto riguarda l'*influenza della circolazione sulla calorificazione generale nella marmotta:*

1° La circolazione cerebrale può essere profondamente turbata dalla legatura rispettiva delle vene giugulari, delle arterie carotidi e vertebrali, senza che il riscaldamento sia ritardato. Il riscaldamento è ritardato dalla legatura delle arterie succlavie.

2° La legatura dei vasi dei reni non ha effetto alcuno immediato sul riscaldamento e sul risveglio.

3° Lo stesso si dica della legatura dei vasi della milza: quest'organo non esercita influenza alcuna sui periodi di risveglio e di letargo spontanei.

4° La legatura del tronco celiaco, delle arterie mesenteriche, della vena cava al disotto del fegato, dell'arteria epatica, non ha affatto soppresso il riscaldamento ed il risveglio.

5° Quando si impedisce al sangue di ritornare dal pancreas nella vena porta, il riscaldamento è incompleto e poco duraturo; lo stesso avviene, se non si lascia arrivare al fegato per la vena porta che il sangue venoso pancreatico.

6° La legatura dei vasi al disopra del fegato provoca rapidamente, ovvero mantiene l'ipotermia.

7° La legatura del tronco della vena porta è seguita da riscaldamento incompleto e da ipotermia rapida; lo inizio del riscaldamento è dovuto a che i fenomeni iniziali del risveglio sono già molto avanzati, quando si attacca la vena porta.

8° La distruzione del canale toracico al collo sembra che impedisca il riscaldamento (sono necessarie altre esperienze). La stessa operazione fatta a livello dei pilastri del diaframma ha fatto cessare immediatamente i tremiti muscolari, 4 ore dopo la marmotta aveva di temperatura: bocca 33°.2, retto 30°.4. L'indomani la marmotta era in letargo, con 12°.4 retto. Il dopodimani era morta.

Riguardo alla *influenza di diversi organi sul riscaldamento,* Dubois giunge a queste conclusioni dai suoi molteplici esperimenti:

1° La soppressione della milza non ha influenza alcuna sui fenomeni di letargo e risveglio, di riscaldamento o di ipotermia.

2. L' estirpazione degli intestini, con quella dei reni, produce lo stesso risultato che la legatura del tronco epatico della vena porta.

3. Il riflesso vescicale o rettale può essere una causa del risveglio, quando la vescica o il retto sono distesi per gli escreti, ma non è la sola causa.

Il riflesso respiratorio vescico-rettale, sempre molto forte nella marmotta in letargo, può essere provocato dalla ripienezza della vescica e del retto ed essere causa quasi del risveglio del mattino, come avviene in certe persone.

Dubois pensò, che queste marmotte non sarebbero potute uscire dal loro torpore, perchè aveva fatto difetto il riflesso vescico-rettale al momento voluto, ma più tardi abbandonò questa interpretazione, avendo avuto occasione di osservare marmotte a midollo tagliato (alle quali erano state dovute fare delle fistole vescicali per impedire la rottura della vescica) che si risvegliavano e si riaddormentavano successivamente.

Raramente vi sono risvegli spontanei, senza urinazione e defecazione.

Lo scolo cutaneo dell' urina, per mezzo di una fistola vescicale, può costituire una condizione molto sfavorevole per la marmotta letargica. Difatti, una certa quantità d' acqua dell' urina, raccolta direttamente per puntura della vescica, è sempre stata inferiore a quella emessa naturalmente dopo il risveglio.

4° Perciò molte marmotte con fistole vescicali sono morte dopo essere cadute in letargo, come se qualche cosa di indispensabile fosse loro mancato nel risveglio.

5° Quando si ritirano per punture i liquidi accumulati nel peritoneo, nello stomaco, nell' intestino, nella vescica il riscaldamento è turbato, gli animali si raffreddano più tardi e muoiono in letargo. La presenza di fistole ga-

striche e cecali ha condotto alle stesse conclusioni. Con fistola cecale una marmotta morì al 15° giorno, dopo essere molto dimagrita. Con fistola gastrica trovò nello stomaco 8-10 c.c. di liquido molto acido, senza glicogene nè zucchero. Si è risvegliata, ha vissuto circa un mese e dal 6°-18° giorno ha dato 130 gr. di liquido acido, composto di liquido stomacale sfuggito dalla fistola e frammista c'era anche dell'urina.

6° L'isolamento del fegato dalle altre parti vicine, con corpi cattivi conduttori, permette di riconoscere direttamente, che è un focolaio calorifico importante.

S'isolava con ovatta e vetro il fegato, 4 ore più tardi si aveva riscaldamento e risveglio. Dopo 3 ore si raffreddò subito: durante il riscaldamento il fegato aveva avuto la temperatura più alta.

La sezione dei nervi frenici non ebbe azione immediata sulla ipotermia: questa sembra essere stata portata da perturbazioni circolatorie addominali.

L'isolamento del fegato fu pure praticato sopra un'altra marmotta, alla quale fu legata la cava al disopra delle renali e così pure la piccola mesenterica. Il fegato era coperto di ovatta e il suo sangue usciva liberamente per la sezione delle vene sopraepatiche. L'animale era al 7° giorno di letargo, quindi aveva molto glicogene. Iniziatosi il riscaldamento, il fegato mostrò una temperatura sempre superiore a tutte le altre parti esplorate.

7° L'estirpazione del pancreas non ha influenza alcuna diretta sul riscaldamento del risveglio.

8° L'estirpazione dell'organo del letargo non ha influenza diretta sul riscaldamento del risveglio.

9. C'è formazione di bile anche nel letargo, come hanno dimostrato varî autori, e Serbelloni dà grande importanza alla bile nel letargo. Le fistole biliari dimostrano che c'è formazione di bile nel letargo, come nella veglia, ma i pigmenti biliari si formerebbero specialmente nella veglia.

10. La fistola biliare con legatura del canale coledoco, così anche l'estirpazione della vescica biliare, con legatura e sezione delle vie biliari, non impedisce il prodursi delle cadute in letargo e dei risvegli spontanei.

L' assorbimento della bile sembra però favorire molto lo stato di letargo.

Influenze di certe modificazioni della circolazione sanguigna e di diversi prodotti normali, introdotti nella circolazione, sulla termogenesi nella marmotta. (Sec. Dubois).

1° La trasfusione del sangue della porta nella cava, o inversamente della cava nella porta, ha prodotto quasi gli stessi effetti che la legatura della porta, dal punto di vista del riscaldamento. Si hanno costantemente dei tremiti muscolari all' inizio della trasfusione, ma sono cessati dopo circa un' ora. La respirazione, accelerata all' inizio, è caduta da 32 inspirazioni a 20 poi a 12 per 1'. La temperatura, all' inizio, si è elevata, ma lentamente, per abbassarsi poi, come dopo la legatura semplice della vena porta. Iniettato nella carotide del siero artificiale, del glucosio, per sollevare la temperatura, sono rimasti senza effetto.

In seguito ad una fistola di Eck nei mammiferi si ha sempre un abbassamento di temperatura interna dopo l' operazione. Gli animali si mettono a terra, e dormono quasi tutto il tempo. Io pure ho potuto constatare questo stesso fatto in moltissimi cani sottoposti a questa operazione dal collega De Filippi: molto raramente si hanno fenomeni di eccitazione.

Orè osservò, che dopo la legatura della porta si aveva un abbassamento di temperatura e vide che, una delle condizioni per la riuscita della operazione a lenta chiusura, era che gli animali fossero in un ambiente molto caldo.

Dubois notò un abbassamento notevole di temperatura in una cagna, la cui porta era riunita alla cava inferiore per un tratto.

2° L' imbocco della aorta nel tronco epatico portale non ha impedito all' ipotermia di accentuarsi dopo l' imbocco della vena porta (tronco intestinale) nella vena cava.

3° Le iniezioni di siero artificiale nel tronco epatico portale possono, in una certa misura, risollevare la temperatura abbassata dalla legatura della vena porta.

4° Le iniezioni di macerazione pancreatica, o di grassi emulsionati da succo pancreatico, non hanno dato, nello stesso caso, risultato alcuno.

5° Dopo l'ipotermia provocata dalla legatura della vena porta, le iniezioni di siero artificiale, in questo vaso o nella vena femorale, possono momentaneamente risollevare la temperatura, ma in una maniera meno efficace e meno durevole che le soluzioni di glucosio.

6° Le iniezioni di glucosio non fanno qualche volta che arrestare la ipotermia, ma ciò è cosa eccezionale.

7° Le iniezioni intravascolari peritoneali, o sottocutanee, di linfa, di siero di sangue, di liquido stomacale o intestinale, di bile, di succhi o principî estrattivi dei diversi tessuti, delle urine o degli escrementi, così anche dei prodotti volatili, ritirati per distillazione da questi, non forniscono alcun indice della causa del letargo o del risveglio, del riscaldamento o della ipotermia automatici.

8° Non è lo stesso di un prodotto gassoso, formato dall'organismo: cioè l'acido carbonico.

Escluse tutte le cause, rimane solo quello che si elimina per i polmoni: il CO_2. È una autonarcosi determinata da un corpo volatile che si elimina per la respirazione. Difatti, tutte quelle cause che portano al risveglio, danno sempre un aumento di numero ed ampiezza dei momenti respiratorî. Di corpi gassosi nella marmotta, c'è N, O_2 e CO_2, questo però vi si ritrova in enorme quantità nel letargo e poco nella veglia.

Si noti, che il CO_2 diminuisce la respirazione, la circolazione, la temperatura e provoca il sonno.

Influenza dei prodotti regressivi del metabolismo organico o inorganico sopra il letargo e la veglia. (Dubois).

L'urina della veglia e del sonno, gli estratti degli escrementi, la bile, il liquido stomacale e intestinale sono stati iniettati nei vasi, nel peritoneo e nel tessuto cellulare sottocutaneo, senza che alcuno dei sintomi osservati possa permettere di accordare a questi prodotti una importanza particolare nei fenomeni di letargo.

Nessuna influenza hanno la linfa peritoneale, il siero del sangue arterioso o venoso, circolanti sia avanti, come dopo il loro passaggio traverso il fegato.

I muscoli e i diversi organi delle marmotte, uccise in istato di letargo o di veglia, sono stati trattati coi processi

utilizzati per l'estrazione delle leucomaine e delle tossine. Furono questi prodotti iniettati senza influenza alcuna pel letargo o pel risveglio.

I succhi di organi sminuzzati e poi iniettati con siero artificiale e poi compressi hanno fatto lo stesso. L'intestino ed i reni hanno dato dei liquidi molto attivi, che venivano iniettati intravascolarmente, a piccole dosi, ai conigli, che presentarono convulsioni molto spiccate, miosi, ma niente di speciale, anche con questo mezzo, è stato potuto vedere nella marmotta letargica.

Furono estratti anche i prodotti volatili, perchè i tessuti della marmotta presentano un odore particolare, sia nello stato di veglia, come nel letargo.

Gli escrementi hanno un odore muschiato caratteristico, e i grassi del fegato emettono in certi casi un profumo etereo, molto sottile e penetrante, che si avvicina a quello delle albicocche.

Questi prodotti appariscono tutti inerti, alle dosi nelle quali si riscontrano nell' organismo.

Dalla distillazione dei tessuti della marmotta è stato isolato un liquido profumato incolore, che dà le reazioni dell' acetone, forse contenente un pò di alcool.

Ma l'acetone non ha effetto anestetico, comparabile all'etere e al cloroformio, perchè occorre fare entrare nell' organismo della marmotta dosi molto forti per avere degli effetti soporifici e ipotermici.

Del resto l'acetone non può intervenire nel sonno e nella ipotermia che in così piccole proporzioni, da essere considerato solo come un aiutante di un altro corpo più attivo. Questo corpo più attivo non è stato riscontrato nè nei composti fissi, e nemmeno nei prodotti distillati.

È un corpo volatile, che si elimina per la respirazione ed è la causa del risveglio: è il CO_2, secondo Dubois.

I Monti fecero delle esperienze col calorimetro del d'Arsonval sopra delle marmotte letargiche.

Introdotta in uno dei cilindri calorimetrici (il calorimetro era in un ambiente con temperatura oscillante fra $10^{\circ}.{}^{5}/_{10}$–11° durante la giornata), la marmotta in letargo, che aveva $7^{\circ}.{}^{19}/_{20}$, temperatura quasi eguale a quella del-

l'ambiente, d'onde era stata presa, videro, che l'indice del calorimetro incominciò lentamente a discendere, vale a dire, che la marmotta non cedeva calore, bensì riceveva calore dall'ambiente. Dopo quaranta minuti, l'indice era disceso di una divisione, corrispondente a circa Ca 0.6. In seguito, per 2 ore, l'ago seguitò a decorrere orizzontalmente, vale a dire, la marmotta, dopo avere ricevuto dall'ambiente poco più di mezza caloria, si è equilibrata colla temperatura ambiente, comportandosi non come un corpo vivo, ma come una massa inerte.

Fatto l'esperimento con altre marmotte, si ebbero uguali risultati, anche quando la temperatura delle marmotte era superiore, e naturalmente, in questo caso, era proporzionatamente più alta la temperatura della camera, dove si trovavano i calorimetri.

Quando invece introdussero nel calorimetro una marmotta, la cui temperatura del corpo era più alta di quella dell'ambiente, videro l'indice salire lentamente di qualche linea; così, p. es., una volta che venne introdotta una marmotta la cui temperatura del corpo era di $12.^{\circ}\,{}^{16}/_{20}$, mentre l'apparecchio segnava soltanto $11.^{\circ}\,{}^{5}/_{20}$, videro in capo ad un'ora e mezza l'ago sollevarsi di tre linee; la marmotta in letargo, in questo caso, essendo più calda dell'ambiente, aveva ceduto a questo Ca 1.83.

I Monti, per meglio chiarire l'eterotermia delle marmotte in letargo, fecero dei confronti con dei conigli di peso quasi uguale e quasi dello stesso colore. Hanno visto, che quando la marmotta, introdotta in un calorimetro, si è equilibrata con la temperatura dell'ambiente, in modo che l'indice decorre orizzontalmente, se si introduce un coniglio nell'altro cilindro e si fa così la calorimetria differenziale, si vede subito, contrariamente a quanto affermò Dutto nella sua prima memoria, che l'indice si abbassa per effetto del calore irradiato dal coniglio. In capo a 2 ore e 20′ l'ago era disceso di 18 linee, vale a dire, ritenendo che la marmotta non avesse variato di temperatura e nemmeno aumentata la dispersione del calore, il coniglio avrebbe emesso Ca 10.98.

I Monti, videro poi anche, quale fosse il modo di com-

portarsi delle marmotte sveglie, rispetto alla radiazione del calore.

La temperatura da $10.^{o}\ {}^{5}/_{20}$, dopo che l'animale fu desto, salì a $35.^{o}\ {}^{18}/_{20}$: essendo la temperatura della camera a $10.^{o}\ {}^{10}/_{20}$, fu introdotta la marmotta nel calorimetro, l'indice salì rapidamente di 10 linee dopo 50 minuti, corrispondente circa a sei Ca; per un certo tempo l'indice decorse rettilineo, poi in tre ore successive discese lentamente di cinque linee, ciò che significava che la marmotta, dopo avere ceduto una certa quantità di calore, cominciò a raffreddarsi ed a diminuire la sua emissione termica; difatti, appena estratta dal calorimetro, cominciò a dare i primi segni di una caduta in letargo.

Una marmotta, invece, ben desta, del peso di gr. 1020, vivacissima e ben nutrita con latte, con una temperatura di 36°, introdotta nel calorimetro, fece salire l'indice di linee 7.5 in 40 minuti, vale a dire, irradiò Ca 4.5, ma poi, nelle ore successive, l'indice decorse orizzontale, ciò che significa che, scaldato un poco l'ambiente, si equilibrò con esso l'irradiazione termica della marmotta. Dopo qualche giorno la stessa marmotta, meglio nutrita ed ancora più vivace, ha misurato una temperatura di 36°.3, mentre quella dell'ambiente segnava soltanto 11°, ed ha fatto salire l'ago del gazometro corrispondente, di 12 linee e mezza in poco meno di due ore, vale a dire che in questo tempo ha irradiato Ca 6.5.

I Monti, una volta, osservarono anche il risveglio spontaneo di una marmotta, che era dentro il calorimetro, situato in un ambiente di 11°, e questo risveglio si riconobbe dal modo di comportarsi dell'indice calorimetrico. L'animale, messo nell'apparecchio, segnava $12.^{o}\ {}^{6}/_{20}$, e la sua temperatura era già equilibrata con quella dell'ambiente, tanto, che da oltre 20 minuti l'indice decorreva orizzontale sul cilindro registratore. Ma rapidamente l'indice cominciò a salire, in un'ora raggiunse 8 linee, segnò cioè da parte della marmotta una emissione di calore corrispondente a circa 5 Ca. Aperto il calorimetro, si trovò la marmotta desta e con una temperatura rettale di 35°. Da ciò si conclude, che l'aumento di temperatura è l'effetto

e non la causa del risveglio e che i fattori del letargo sono più complessi, di quanto si potrebbe credere.

Per quanto riguarda l'influenza della temperatura sulla produzione del calore, le prime ricerche datano da Lavoisier e Laplace, che costruirono il primo calorimetro a ghiaccio. Questi autori mettevano una cavia in un calorimetro, contornato di ghiaccio e, conoscendo il punto di fusione di questo e quanto ne veniva fuso dall'animale, ne deducevano la quantità di calore sviluppato dalla cavia. Nello stesso tempo valutavano il CO_2 prodotto, lo comparavano col calore sviluppato, uguagliando così la respirazione alla combustione di una massa di carbonio e di idrogeno e trovavano il rapporto fra questi due valori. La respirazione e la calorificazione venivano misurati separatamente in due diversi animali, ma della stessa specie. Servendosi di questo metodo sperimentale, trovarono, che il rapporto, fra calore calcolato e calore trovato, era di 0.96.

Dopo le ricerche dei due eminenti scienziati francesi scorsero quarant'anni, prima che si potesse constatare un progresso notevole nella calorimetria animale. Giungiamo così a Dulong e Despretz, i quali adottarono una tecnica più perfetta, tenendo conto contemporaneamente, nello stesso animale, degli scambi gassosi e della produzione del calore: essi ponevano l'animale in una cassa metallica a doppia parete, lo spazio fra le due pareti era riempito da mercurio, la cui temperatura veniva determinata prima e dopo l'esperienza; la differenza rappresentava il calore prodotto dall'animale.

I valori trovati da questi sperimentatori si allontanano di poco da quello determinato di Lavoisier. Difatti Dulong trovò che corrisponde a 0.68 — 0.83, Despretz a 0.74 — 0.90.

D'Arsonval, con il suo calorimetro compensatore ad aria, contribuì molto al progresso degli studi calorimetrici. Questo calorimetro, non ostante che non sia esente da critiche, offre nondimeno dei vantaggi indiscutibili, in confronto a quelli che si usavano per l'innanzi. Le ricerche eseguite con questo apparecchio dimostrarono al D'Ansorval, che ad una temperatura ambiente, inferiore a + 20°C, un coniglio svilupperebbe 12 calorie per ogni ora, ossia il

doppio del calore che produce a + 17° C. Questo fatto fu confermato da altri esperimentatori, anche con calorimetri alquanto diversi da quello del D'Arsonval, sebbene basati sullo stesso principio.

Richet, col suo calorimetro, confermò i risultati di D'Arsonval, sperimentando nei conigli, nelle cavie, nei cani ed anche in alcuni bambini. D'Arsonval aveva osservato, che la produzione del calore nell'organismo animale non si attiene strettamente alla legge di Newton; Richet non solo trovò giusta l'osservazione del D'Arsonval, ma si potè anche convincere, che la temperatura ambiente esercita straordinaria influenza sulla termogenesi animale, la quale si discosta completamente dalla legge di Newton. Secondo Richet, nelle più basse temperature, gli animali diminuirebbero l'irradiamento periferico del calore, restringendo il lume dei vasi periferici per mezzo dei loro congegni vasomotori. Mano a mano che la temperatura va aumentando, l'irradiamento periferico va pure accentuandosi, sino a raggiungere un massimo, che per il coniglio si troverebbe fra il + 12° e il + 14°C. Al disopra di questo, aumentando la temperatura, l'irradiazione va nuovamente diminuendo. Per la cavia questo massimo corrisponderebbe a + 11° e per il bambino a + 18°. Il Richet però non ci dice, se queste temperature, che egli stabilisce, ci stanno ad indicare sempre la temperatura dell'ambiente, ovvero quella del calorimetro, entro cui si trovava chiuso l'animale. Egli si occupò di studiare anche l'influenza della grandezza dell'animale sulla produzione del calore: trovò, che quelli di piccola taglia, a parità di volume, emettono una maggiore quantità di calorico di quelli di grossa taglia. Non trascurò neppure l'influenza dell'integumento cutaneo e vide, che gli animali a pelle nuda (uomo, scimmia) o pure coperta (cane) irradiano una maggior quantità di calorico, che gli animali provvisti di mantello abbondante (cavie, gatti, conigli, uccelli). Egli trovò che nei conigli rasi, essendo maggiore l'irradiamento periferico, vi è una dispersione di calore maggiore che nei normali, e quindi anche una maggior produzione. Richet fa rilevare, che la teoria dei vasomotori non basta a spiegare in maniera

soddisfacente il fatto, che un animale a 0° irradia molto molto meno calore che a 12°.

Desplatz ottenne dei risultati analoghi a quelli di Richet nei passeri, nelle cavie e nei topi.

Quinquaud, servendosi di un apparecchio che registra contemporaneamente la quantità di calore irradiato, di ossigeno e di anidride carbonica emessi, in base a poche ricerche, come egli stesso confessa, giunge alla conclusione, che il numero delle calorie irradiate, tanto a temperature elevate come a temperature basse, è sempre maggiore che alle temperature medie, da lui considerate come normali.

Langlois, sotto la direzione di Richet, non fece che sviluppare e confermare le esperienze e i risultati del suo maestro. Difatti egli fissa il massimo della irradiazione periferica a 18°C.

Sigalas, per mezzo di un apparecchio, che contemporaneamente gli dava la misura del calore prodotto e l'intensità degli scambi respiratorî, stabilisce che non vi è relazione costante fra l'ossigeno consumato ed il calore prodotto dall'animale. Del resto conviene presso a poco col Richet, cioè, che partendo da 15° — 16°C, elevandosi o abbassandosi la temperatura, l'irradiamento periferico diminuisce continuamente.

Rosenthal intraprese delle ricerche calorimetriche con un apparecchio fondato sullo stesso principio di quello di D'Arsonval e degli studi sulla respirazione, sia coll'apparecchio di Pettenkofer, come con quello di Regnault e Reiset. Egli trovò, che ad un aumento della temperatura centrale corrisponde una minore dispersione di calore. Il punto minimum d'irradiazione può, secondo lui, trovarsi a temperature molto diverse. Per ciò che si riferisce alla produzione del calore, viene alle stesse conclusioni di Fredericq, che abbiamo già riportate parlando degli scambi respiratorî.

Rubner dimostrò che, allorquando la temperatura ambiente si abbassa o l'animale viene privato bruscamente dei suoi mezzi di protezione (abiti, peli), sotto l'influenza delle impressioni nervose periferiche, i vasi della pelle si

contraggono, una minor quantità di sangue ne circola alla periferia, e la perdita di calore per irradiamento, conducibilità ed evaporazione è quindi diminuita. Questo meccanismo di regolazione termica, di ordine puramente nervoso, sarebbe così perfetto, che dei raffreddamenti moderati, protratti anche per un tempo molto lungo, rimarrebbero senza effetto (1-2 ore e anche più).

Fredericq, basandosi sopra una serie di ricerche eseguite tanto sull'uomo che sugli animali, giunge alla conclusione, che l'organismo può sottostare ad alte temperature senza consumare più ossigeno ed emettere più anidride carbonica, di quello che si verifica in condizioni di temperatura normali e senza andare incontro a gravi disturbi nella termogenesi.

Ansiaux, sotto la direzione del Fredericq, con delle ricerche calorimetriche, stabilì che nelle cavie esiste un minimum d'irradiazione calorifica e in generale concluse che, in questi animali, una temperatura, superiore o inferiore ai 25°C, produce un aumento delle combustioni interstiziali.

Dagli studi riferiti e brevemente riassunti, chiaramente apparisce, quanta sia la discordia, che regna tra i fisiologi, circa la produzione e la regolazione del calore e quanta poca luce abbiano finora apportato le ricerche calorimetriche intorno all'influenza, che la temperatura ambiente spiega sulla termogenesi.

Secondo C. I. Martin, come anche in altro punto è stato accennato, i mammiferi inferiori ci mostrano una temperatura molto bassa e che varia entro dei limiti molto grandi. In un'echidna la temperatura variò: con una temperatura esterna di 4°C : 25°.5 C di temperatura del corpo, a 20° : 28°.6, a 30°: 30°.9 e a 35° : 34°.8. Delle uguali variazioni mostrarono due altri esemplari della stessa specie.

L'ornitorinco al contrario ci presenta una temperatura quasi costante variante fra 31°.8 sino a 33°.6, mentre la temperatura esterna aumentava da 5° sino a 32°.

Nei marsupiali poi, secondo sempre lo stesso autore, la temperatura è anche un pochino più alta e, ad una temperatura esterna fra 5° — 30°, rimane costante come

nei vertebrati superiori, difatti queste furono le cifre da lui ottenute in tre specie di marsupiali: Dasypus 36°.6 — 38°.0; Bettongia 36°.0 — 36°.2; Opossum 36°.1 — 36°.6.

È stato grande merito di E. Voit di avere in questi ultimi tempi raggruppato tutti i dati di Rubner, C. ed E. Voit, Schöndorff, Kuckein, May, Nebelthau e Schimansky riguardanti lo sviluppo dell'energetica in istato di digiuno, averli discussi ed averne dato dei valori medi per chilogramma dell'animale e per centimetro quadrato della superficie totale del corpo.

E. Voit constata come, in condizioni di ricerca uguali, tutti gli animali omeotermi hanno lo stesso accumolo di energia. La superficie del corpo non segue le variazioni di peso, anche con variazioni del 15 per cento di questo, può rimanere costante. La superficie del corpo diminuisce di poco nel digiuno, mentre il consumo assoluto e relativo di energia dell'animale diminuisce contemporaneamente alla diminuzione del contenuto in albumina.

La legge di Rubner vale solo per il riposo del corpo a temperature esterne medie e con uno stato normale di alimentazione.

Non è valevole il paragonare fra di loro il consumo di energia di animali in differente stato di nutrizione. E. Voit dice, che paragonando le relazioni fra energia e massa cellulare, come funzione al tempo del digiuno, vi ha una curva, che dopo una breve caduta passa in una linea orizzontale.

I molteplici allontanamenti da questa curva, per quanto riguarda il bisogno di energia del coniglio (in media un metro quadrato di superficie di coniglio consuma 776 calorie contro 1050 nel porco, nel cane e nell'uomo), sono, secondo E. Voit, la conseguenza del cattivo stato di alimentazione, nel quale spesso si ritrovano gli animali.

CAPITOLO XVII.

Influenza dei veleni sugli animali letargici.

Gli antichi ricercatori avevano già osservato, che è mortale per tutti gli animali letargici, che si trovano in uno stato di letargo non completo, di metterli in un ambiente privo di ossigeno.

Gesner dice: Ego cum dormiturientem aliquando hunc murem initio hyemis, in vas ligneum e scandulis abiegnis concinnatum et foeno semiplenum deposuissem, addito etiam quo magis a frigore tuerer operculo, post aliquot dies mortuum reperi. Gesner, *De quadrupedibus viviparis.* (Tom. I, lib. I, p. 745).

Secondo Spallanzani, si possono tenere delle marmotte, in istato di letargo profondo, per quattro ore, in una atmosfera di gas deleterî (CO_2, H, N) e sommergerle anche per lo stesso periodo di tempo, senza andare incontro ad incidente alcuno; mentre invece muoiono abbastanza rapidamente, quando siano nello stato di veglia. Egli constata, che dopo aver soggiornato in un ambiente molto freddo, ripieno di azoto, per tre ore e mezzo, sulle pareti non vi era assolutamente vapore d' acqua. Se nello stato di letargo si mettono dei pipistrelli nell' aria rarefatta, questi resistono sette minuti all' asfissia, mentre invece nello stato di veglia, solamente tre minuti. Spallanzani tenne una marmotta per quattro ore nel CO_2 e questa continuava a vivere, mentre un ratto e un uccello morirono subito. Gli stessi risultati ottenne con dei pipistrelli.

Saissy riteneva, che quando gli animali letargici si trovano in letargo molto profondo, *la respirazione è completamente sospesa*, e la prova di ciò si ha, secondo questo autore, nella cessazione dei movimenti dei fianchi.

Lo stesso autore mise una marmotta in profondo letargo dentro un recipiente d' acqua per la durata di 15', non emetteva che qualche bolla d' aria, contenuta nelle orecchie e nella bocca.

La stessa esperienza Saissy la ripetette, con successo, nel riccio, nel moscardino e nel pipistrello in letargo.

Saissy, in base a questa grande resistenza presentata dagli animali letargici, ritiene, che sia questa una proprietà di tutti quegli animali: « Qui ont la facultè de vivre un temps assez long dans un air qui n'est propre ni à la combustion, ni à la respiration, sans en être fatigués d'une manière notable ».

Mangili anche, osserva la grande resistenza delle marmotte in letargo all'avvelenamento per CO_2. Difatti così parla: « Sino dall'inverno del 1808 non rincrescendomi di sacrificare una marmotta in istato di letargo conservatore, a maggior guarentigia del vero, mi rivolsi al celebre mio collega il professor Brugnatelli, onde volesse empirmi un grande vaso di cristallo di gas acido carbonico. Ottenuto di fatto dalla gentilezza dell'amico quanto gli aveva richiesto, riposi tosto la marmotta letargica giacente su di un piccolo piedistallo alquanto scavato, entro il gaz micidiale; dove alla sua prima inspirazione diede per via di un contorcimento di corpo dei segni di molestia, e seguitò a darne mano a mano, che nelle sue rarissime inspirazioni entrava il gas micidiale nei suoi polmoni. Levata infine, dopo circa un'ora dal recipiente, mentre talvolta manifestava per via di qualche insolito movimento dei languidi indizi di vita organica, e trasportata in ambiente sanissimo, la povera marmotta, anzichè rivivere, cessò per lo contrario in essa ogni qualunque segno di residua vitalità. Fu adunque il gas micidiale inspirato, che diede ad essa la morte, ecco pertanto un *experimentum crucis* che non ammette replica a quiete d'animo dei più increduli circa la lentissima respirazione dei mammiferi soggetti a periodico letargo ».

Hall mise un pipistrello letargico da una atmosfera di 36° F. in acqua a 41° F. e si vedevano delle bolle d'aria uscire dai suoi polmoni. Rimase nell'acqua 60′ e, levato che fu, non sembrava che avesse sofferto molto in seguito all'esperimento, al quale fu assoggettato.

Un ghiro letargico, ad una temperatura di 40°, fu immerso in acqua a 42°; emetteva aria dai polmoni; rimase

sotto l'acqua $22' \, ^1/_2$ e, rimosso di lì, non sembrava che avesse molto sofferto. Questo potere di resistenza alla soppressione dell'ossigeno, ovvero dell'aria atmosferica, è una cosa propria dei letargici, sia allo stato di letargo, come nello stato di veglia. Hall vide, che un pipistrello dormiente, nell'estate, sopporta l'immersione in acqua per la durata di undici minuti, senza riceverne grave danno. Immerse un ghiro nell'acqua e questo dette una espirazione dopo 3', questa lunga sospensione del respiro, in altri animali, avrebbe prodotto la morte.

In base a queste sue esperienze passa ad una deduzione d'ordine anche più generale, che cioè era falso, secondo Hall, quanto sostenevano Carlisle ed Edwards, che l'aria confinata sia causa del letargo.

Barkow anche si occupò di vedere la resistenza dei ricci in letargo all'annegamento. Messo un riccio letargico in acqua fredda, dopo 2' cominciò a fare qualche movimento con le zampe, emettendo qualche bolla d'aria; questi movimenti durarono per 20'; dopo però, che era rimasto sott'acqua 30', non si mosse assolutamente più. Tolto l'animale dall'acqua 5' dopo, rimaneva come morto, però dopo 65' che si trovava fuori, si era completamente ristabilito e 5 ore dopo cominciò a camminare in modo normale.

Un altro riccio giovane, in letargo, posto sott'acqua e ricavato da questa dopo un quarto d'ora, sembrava morto, ma dopo quattro ore era completamente sveglio e normale.

Un criceto in letargo, tenuto per 11' sotto l'acqua, e poi rilevato, non si riebbe assolutamente e morì.

Valentin ha veduto una marmotta, alla quale aveva fortemente legata la trachea, continuare a dormire senza fare alcun movimento respiratorio e non cominciare a muoversi che quarantadue minuti dopo, che le era stato messo a nudo lo sciatico sinistro; la bocca si apriva di tempo in tempo; tre quarti d'ora o un'ora dopo l'operazione, non si ebbero che alcuni movimenti di agitazione e la morte giunse senza alcuna lotta. Egli rimarcò solamente alcuni movimenti respiratorî, sempre più rallentati.

I movimenti del cuore erano più lenti, e, parecchie volte, quantunque non entrasse aria nel polmone, si vider

alcune pulsazioni del cuore seguire regolarmente un movimento respiratorio.

Valentin studiò in seguito, nella sua diciassettesima memoria, l'azione di alcuni veleni sugli animali letargici.

Il curaro, l'upas antiar, la veratrina, introdotti nella cavità addominale, agiscono meno presto nelle marmotte in letargo che nei conigli: non vi sono più spasmi violenti, non c'è più tetano dietro iniezioni di stricnina, l'avvelenamento da curaro è lento, difficile a prodursi, contrariamente a ciò che accade nel coniglio, la morte è anche lentissima.

La veratrina sopratutto provoca dell'agitazione nel letargo. I riflessi sono esagerati sotto l'influenza del curaro e dell'antiar, ma la reazione è meno viva che nel coniglio: essa dura anche più lungo tempo. Valentin dà il quadro seguente della durata dell'irritabilità, alle eccitazioni forti, dopo la morte, nei nervi e nei muscoli:

Veleno	Nervo sciatico	Muscoli
Curaro	Circa 6 ore	Più di 6 ore e tre quarti
Antiar	Quasi 5 ore	Più di 6 ore e un quarto
Veratrina	Per lo meno 4 ore e $^1/_2$	Più di 6 ore

Delsaux ha studiato l'influenza della depressione barometrica sui pipistrelli, posti sopra un reticolato, in un bocale in cui si era fatto il vuoto: in meno di un minuto il manometro indicava 50 mm. di mercurio e restava stazionario a questo punto.

Durante i diciotto primi minuti, l'animale non presentava niente di particolare, ma, nel termine di questo tempo, alcuni movimenti respiratorî si manifestarono e divennero sempre più frequenti; l'animale non tardò a mostrare dell'irrequietezza: questo si muoveva sul reticolato, poi finiva per cadere sul fondo del vaso e vi restava immobile, asfissiato, solamente però in apparenza.

Dopo aver lasciato l'animale durante una mezz'ora in quello stato, si faceva penetrare l'aria; subito esso rinveniva, emetteva delle grida e incominciava a respirare. Si è incominciata l'esperienza: il vuoto è stato ottenuto di nuovo a 50 mm. al termine di un minuto; ma, questa volta,

l'animale mostrò dei grandi disturbi respiratorî e cadde in fondo al vaso un minuto e mezzo dopo. Quando l'aria rientrò nella campana, il pipistrello rinvenne e gridò. Altre esperienze hanno dato analoghi risultati. Il contatto con l'acido carbonico provoca immediatamente la ripresa degli atti respiratorî ed il risveglio, ma la rapidità, con la quale questa azione si produce, esclude ogni idea d'asfissia. L'acido carbonico, secondo Delsaux, sembra agire eccitando, perchè aumentano i movimenti della membrana alare.

Dubois, legata la trachea ad una marmotta, vide che può restare molto tempo in letargo e, di quando in quando, fare dei movimenti respiratorî della gabbia toracica, malgrado l'assenza d'aria; ogni respirazione è seguìta da una accelerazione dei movimenti cardiaci.

Dividerò in tante sezioni, perchè riesca più chiaro e comprensibile, i varî veleni inorganici ed organici (animali e vegetali) che sono stati sperimentati sugli animali letargici, per vedere l'influenza che spiegano su questi.

Cloroformio.

Dubois vide, che le inalazioni di un miscuglio di cloroformio ed aria al 10 per cento provocano l'arresto respiratorio, paralizzando il diaframma nella marmotta in letargo, nel coniglio produce lo stesso effetto, come se il diaframma fosse paralizzato per taglio dei frenici. Invece queste inalazioni sono bene tollerate nelle marmotte sveglie e così anche in quelle, che sono già abituate a stare in letargo, dopo la sezione dei frenici.

In queste ultime marmotte, quando sono in profondo letargo, l'anestesia cloroformica rialza leggermente la temperatura; è impossibile, per questa ragione, che la temperatura possa cadere al disotto di quella del mezzo ambiente, rimane inferiore solo di qualche decimo di grado.

Dubois ha visto, che dando cloroformio ad una marmotta sveglia, la temperatura si abbassa, se si dà ad una marmotta in letargo, la temperatura si eleva; solamente però, si noti, che questa elevazione è poco considerevole e l'animale è insomma messo nella impossibilità di riscal-

darsi, fino a che dura l'anestesia, di più di 1° o 2°: lo stesso come si osserva, dopo la sezione del midollo cervicale, o la distruzione del cervello medio.

Dubois, poi, vide che nella marmotta in letargo, sotto l'influenza del cloroformio, si ha simultaneamente produzione dell'anestesia ed arresto della respirazione. Camus e Gley hanno visto, che allo stato di veglia il riccio sopporta molto bene l'azione del cloroformio. Durante il letargo invece, quando la respirazione è molto rallentata, si ha arresto dei movimenti respiratorî, che non si possono più ravvisare, sottoponendo l'animale all'azione del calore. Questi sperimentatori concludono dalle loro ricerche, che durante lo stato di letargo, essendo il sistema nervoso poco eccitabile, una dose minima di cloroformio determina rapidamente la perdita di questa eccitabilità.

Curaro.

Secondo Dubois la curarizzazione impedisce il riscaldamento della marmotta in letargo: invece provoca l'ipotermia nella marmotta sveglia, malgrado la presenza di zucchero nel sangue. Questi effetti sono dovuti alla paralisi dei muscoli respiratorî toracici.

Si avrebbe un effetto inverso, perchè la temperatura della bocca è più bassa, di quella del retto: T. retto 14°.7, bocca 14°.2, fegato 15°.2.

Nel fegato si avrebbero per mille gr.: zucchero gr. 4.68, glicogene gr. 4.44.

Il sangue conteneva gr. 1.76 di zucchero, che non c'è nello stato di letargo, ma poteva però questo zucchero servire alla calorificazione, perchè non poteva essere utilizzato dai muscoli respiratorî, ma dal cuore solamente. Il cuore da solo non produce tanto calore da risollevare la temperatura dell'animale allo stato normale.

La respirazione artificiale poi non è la causa del raffreddamento, oppure la mancanza del riscaldamento.

Cloralio.

Quincke tentò di provocare il letargo nelle marmotte, iniettando il cloralio; però gli animali si mostrarono molto resistenti a questo medicamento, perchè la maggior parte, con iniezioni sottocutanee di gr. 1 — 1.3, non cambiarono di molto il loro aspetto; solamente una marmotta giovane, dopo l' iniezione di gr. 0.9 di cloralio, si mostrò assonnata (senza variazione della temperatura).

Noè ammette, che la dose tossica minima dell' idrato di cloralio nel riccio è compresa tra 0 gr. 623 e 0 gr. 705. Quanto alla dose ipnotica minima, noi vediamo che questa è compresa tra 0 gr. 157 e 0 gr. 172. Il rapporto tra questa e la dose tossica è di 1 a 4 circa. Comparando queste cifre con quelle ottenute in altri animali, si vede come, secondo Richet, la dose tossica di cloralio, per iniezione intraperitoneale nel cane, è di 0 gr. 60. Per quanto riguarda la dose ipnotica, si può, secondo lo stesso autore, amministrarne nella cavità peritoneale 0 gr. 35 per chilo (0 gr. 30 per i cani giovani, 0 gr. 40 per i vecchi), e secondo Orè, 0 gr. 12 per chilo, per iniezione intravenosa.

Vediamo ora i risultati, ottenuti dai diversi autori, sulla tossicità dell' idrato di cloralio, per via stomacale e intestinale, quantunque questi siano dei mezzi poco buoni, per determinare la tossicità di un medicamento.

Walton trovò, come dose mortale, un grammo per un coniglio di 1500 gr., iniettandolo nell' intestino.

Impens, per via gastrica, trovò, come dose ipnotica, gr. 0,356 per chilo e come dose tossica gr. 1,54 per chilo: il rapporto quindi fra le due dosi è di 1:4.32.

Nella rana, la dose efficace di cloralio è di 0 gr. 0003125 per grammo di peso, la dose letale è di 0 gr. 0009375, e il loro rapporto è di 1:3.

Noè ha trovato, che la dose tossica minima di cloralio idrato, nella cavia, è compresa tra 0 gr. 424 e 0 gr. 511, cioè inferiore a quella del riccio.

L' ordine di sensibilità crescente, rispetto al cloralio, è dunque questo: coniglio, riccio e cavia.

Noè ha osservato inoltre, che il riflesso tattile dell'arrotolamento mette tanto maggior tempo a ricomparire, quanto più la dose di cloralio è forte; ma, oltre 0 gr. 313, questa proporzionalità non sembra esistere più.

Morfina.

Bisogna che distinguiamo lo stato di veglia e lo stato di letargo, nel quale si possono trovare gli animali, per vederne la dose tossica.

Guinard ha veduto che la capra, il coniglio e la cavia la sopportano notevolmente: la prima 0 gr. 30, il secondo 0 gr. 50, la terza 0 gr. 20 per chilogrammo.

In compenso, secondo questo stesso autore, la morfina è sempre, a qualsiasi dose, un eccitante e un convulsivante per i gatti. Io ho potuto dimostrare, che la morfina iniettata nei centri nervosi dei mammiferi (cane, gatto) come anche nel sistema nervoso di animali inferiori (Tunicati, ecc.) a dosi forti ha una azione eccitante ed a dosi deboli una azione deprimente, preceduta però talvolta da un lieve stato di eccitazione.

Guinard ha dimostrato: 1° l'assenza d'azione narcotica nella marmotta morfinizzata; 2° la grande sensibilità di questi roditori in seguito alla morfinizzazione. La marmotta in istato di veglia è uccisa da una dose di morfina certamente inferiore a 0 gr. 002 per kg. Questo roditore è dunque sensibilissimo all'azione di questo alcaloide, che non è per se stesso un ipnotico, ma si comporta come un veleno pericoloso e determina rapidamente la morte.

Dubois ha potuto, per mezzo dell'atropina, far sopportare alla marmotta una dose di morfina più di cinquanta volte superiore a quella, che Guinard indica come mortale, e constatare che, malgrado questa quantità relativamente enorme di morfina, la narcosi non può essere ottenuta.

Noè ha visto che, nello stato di veglia del riccio, qualunque sia il mese nel quale si esperimenta, la morfina è sprovvista di azione narcotica. Ha osservato inoltre che, come la marmotta, presenta dapprima eccitazione, poi si stende sul dorso e manifesta delle convulsioni spastiche delle

zampe, dei movimenti continui, e, a quanto sembra, una esagerazione dei riflessi uditivo e tattile.

Si vede infine, dice Noè, che dal 15 luglio all' 8 agosto 1902, la dose tossica minima si è trovata compresa tra 0 gr. 0029 e 0 gr. 0046.

Durante un certo periodo dell' estate, il riccio è dunque molto sensibile all' azione tossica della morfina. Ma questa sensibilità diminuisce molto rapidamente, dopo la fine della stagione calda.

Alla fine di luglio, la dose di 0 gr. 0046 è di già tossica in tre giorni e mezzo, e quella di 0 gr. 0077 in dodici ore. Ma, a partire dalla fine di settembre, quest'ultima permette ancora la sopravvivenza, e, al principio di ottobre, l' animale può già sopportare una dose almeno dieci volte più forte, di quella che basta ad ucciderlo in luglio.

Differentemente si comportano le cose durante il letargo invernale del riccio.

Noè ha visto che, in novembre, la dose tossica minima è compresa tra 0 gr. 354 e 0 gr. 495, e per conseguenza cento volte circa più forte che in estate.

Il letargo aumenta la durata della sopravvivenza, ma non sembra modificare i sintomi dell' intossicazione.

La resistenza aumenta ancora in dicembre. In febbraio essa è già più debole e diminuisce ancora in aprile. In maggio la dose tossica minima è compresa tra 0 gr. 191 e 0 gr. 222, cioè almeno la metà più debole che in inverno.

Ecco, secondo Guinard, le dosi tossiche medie della morfina per via ipodermica nelle varie specie animali (per kg. di peso dell' animale):

0	gr.	4	per chilo,	per	la	capra
0	»	2	»	»	»	il porco
0	»	065	»	»	»	il cane
0	»	04	»	»	»	il gatto
0	»	015	»	»	»	il bue
0	»	009	»	»	»	l'asino
0	»	007	»	»	»	il cavallo

Atropina.

Noè, sperimentando sul riccio col solfato neutro di atropina, ha visto che la dose mortale minima è compresa tra 0 gr. 360 e 0 gr. 415. Nella cavia, le determinazioni di Livon hanno mostrato che la dose media era di 0 gr. 5 per kg. La resistenza è dunque un po' più debole nel riccio che nella cavia; ma, insomma, essa sta vicinissima, noi possiamo ammettere che gli insettivori sono, come i roditori, refrattari all'atropina. Si sa che i carnivori (cani, gatti) vi sono manifestamente più sensibili. Quanto alle variazioni della resistenza all'atropina, seguendo i mesi, Noè ha visto, che esse sono appena apprezzabili dal mese di settembre a quello di dicembre.

Secondo Dubois, nella marmotta in letargo, l'atropina produce degli effetti analoghi a quelli della sezione del nervo vago al collo.

Pilocarpina.

Secondo Noè, nel riccio, la dose mortale è compresa tra 0 gr. 021 e 0 gr. 04; la resistenza è un po' più grande in dicembre che in settembre. Di più, la scialorrea incomincia, quasi appena l'iniezione delle dosi si faccia un po' più abbondante. Si manifesta una viva agitazione, sopratutto all'inizio dell'avvelenamento.

Riassumendo le esperienze fatte da Livon e dallo stesso Noè, si vede, che dal punto di vista della dose mortale minima, si può ravvicinare da una parte la cavia (0 gr. 04-0 gr. 046) e il riccio (0 gr. 021-0 gr. 04), dall'altra il ratto (0 gr. 307-0 gr. 375) e il coniglio (0 gr. 357-0 gr. 359).

Questi ultimi sono circa dieci volte più resistenti e presentano, di fronte alla pilocarpina, uno stato refrattario, analogo a quello che è stato segnalato per l'atropina. Non vi è dunque antagonismo, dal punto di vista della dose tossica, tra l'atropina e la pilocarpina. Tuttavia, lo stato refrattario è più generale per la prima sostanza; per la seconda è sopratutto pronunciato nel ratto e nel coniglio.

Secondo Dubois, la pilocarpina, nella marmotta in le-

targo, non avrebbe un'influenza molto spiccata sul riscaldamento e quindi sul risveglio.

Koeninck iniettò dei pipistrelli con pilocarpina, apomorfina e stricnina: la maggior parte degli animali si risvegliarono a causa dell'eccitazione prodotta dalle iniezioni, ciò che naturalmente variava di molto i risultati dell'esperienza. Questo autore, però, potè giungere alla conclusione che, durante il letargo, questi animali presentano una reazione più tardiva a questi veleni.

Stricnina.

Dalle esperienze di Noè risulta, che la dose tossica della stricnina nel riccio, in estate, è compresa fra gr. 0,006 e gr. 0,008, quindi, in media gr. 0,007. Maurel ha fissato le dosi minime mortali di solfato di stricnina per certi vertebrati (rana, piccione, coniglio e cavia). L'ordine di sensibilità crescente, in rapporto al kg. d'animale, è il seguente: 0 gr. 02 per la rana, 0 gr. 01 per la cavia, 0 gr. 003 per il piccione, 0 gr. 0,007 per il coniglio.

Alcaloidi diversi.

W. Hausmann teneva dei pipistrelli in letargo fra i vetri di una doppia finestra. Fatta in questi animali una iniezione di colchicina, vivevano benissimo, finchè si conservavano nello stato di letargo, appena però portati ad una temperatura elevata (25° C.) morivano subito: « Der Tod trat nach einer Inkubationszeit ein, als wäre den Tieren zu der Zeit das Gift gegeben worden, zu der sie in die Wärme kamen ».

La tannina e la saponina hanno azione sui pipistrelli letargici, solo dopo « vieltägiger Inkubationszeit; in der Wärme nach ungleich kürzerer Inkubationszeit getötet ». Questa azione tutta speciale degli alcaloidi sugli animali letargici sarebbe una conferma della legge di van't Hoff ed Arrhenius, secondo la quale le reazioni chimiche aumentano del doppio o del triplo per ogni 10° C. di aumento di temperatura.

Cantaridina.

Allo scopo di controllare l'opinione già antica, che attribuisce al riccio l'immunità riguardo alle cantaridi (tutti sanno la grande resistenza del riccio verso la cantaride (cantaridina) : i lavori di Radecki, Harnack, Horvath, Lewin parlano in questo senso), Lewin gli ha praticato delle iniezioni ipodermiche sia d'olio di cantaride, sia di cantaridato di potassio, ed ha ottenuto la morte, nel primo caso, con 0 gr. 012 di cantaridina, nel secondo, con 0 gr. 044. Ma le sue esperienze non si riferiscono che a due individui e sono state eseguite in autunno. Di più, il metodo che egli ha seguìto, non comporta alcuna precisione scientifica. È così, che egli non indica il peso dell'animale, e che si è limitato ad iniettare, durante parecchi giorni, una dose debole di veleno (5 mg. di cantaridato), fino a che la morte sopravveniva. Questo modo di procedere non può evidentemente dare indicazioni sulla tossicità reale, in ragione appunto della possibilità della consuetudine.

Noè ha ripreso tale questione, iniettando della cantaridina ad un riccio, in diverse epoche dell'anno ed ha visto, che in luglio la dose di 0 gr. 082 per kg. è tossica in tre giorni, quella di 0 gr. 0,512 in sette giorni, e che quella di 0 gr. 04 permette la sopravvivenza, mentre in novembre, la dose tossica minima è compresa tra 0 gr. 26 e 0 gr. 39, per conseguenza più debole di quella, che egli aveva ottenuto in luglio.

Esiste dunque una resistenza vera e propria del riccio verso la cantaridina e la tossicità diminuisce durante il letargo invernale.

Del resto non è il solo animale a mostrare questa resistenza speciale verso la cantaridina, perchè Pinoy e Densusianu hanno dimostrato, che anche il pollo è resistentissimo verso questo veleno.

Cianuro di potassio.

Harnack pretese di trovare una grande immunità del riccio verso il cianuro, ma Noè (conclude però con due

sole esperienze) ha visto, che il riccio non offre alcuna resistenza particolare verso il cianuro di potassio.

Veleni dei serpenti e dei pesci.

Degli osservatori, come Kaufmann, avevano pensato, che il riccio non resiste affatto al morso della vipera, mentre altri autori, come Milne-Edwards e Vaillant, credevano ad una vera immunità, perchè avevano osservato, che il riccio resiste persino ai morsi, che riceve sul muso dalla vipera. Difatti, quest'ultima opinione sembra che sia la vera, perchè le esperienze di Harnack, ma specialmente di Phisalix e Bertrand, hanno dimostrato, che la resistenza del riccio per il veleno della vipera è da 35 a 40 volte più grande di quella della cavia. In questi ultimi tempi Lewin ha dimostrato, che la tolleranza del riccio, per il veleno della vipera, è molto grande, ma non passa certi limiti, in maniera che la sua resistenza non deve essere assoluta.

Furono escogitate diverse ipotesi per spiegare questa immunità del riccio per il veleno della vipera. Harnack e Metchnikoff (basandosi forse sulla ipotesi emessa da Waddell e Fraser per spiegare l'immunità dei serpenti velenosi per il loro proprio veleno) ammisero, che l'alimentazione continua, che fanno i ricci di una preda velenosa, fa sì che si sviluppi in essi una proprietà antitossica specifica. Questa ipotesi però è stata rifiutata da Phisalix, Bertrand, Kantack e Cunningham. Lenz e Lewin concludono dalle loro ricerche, che un gran numero di mammiferi (criceto, furetto, porco, ecc.) e di uccelli (falco, corvo, cicogna, ecc.) possono mangiare impunemente degli ofidi, senza perciò contrarre alcuna immunità rispetto a questo veleno, introdotti per altra via che non sia la stomacale.

Phisalix e Bertrand dimostrarono la presenza del veleno nel sangue e così fecero intervenire la nozione della secrezione interna delle glandole velenose. Questi autori hanno dimostrato, che il sangue o il siero di sangue del riccio contiene una sostanza tossica, che si distrugge a 58° in 15 minuti. È vero, che nel riccio non vi sono delle glandole velenose, ma potrebbe essere prodotta da qualche

altra parte dell'organismo. Certo si è, che il sangue del riccio è molto velenoso. L'importante poi è che, dopo aver isolato con il riscaldamento la sostanza tossica del sangue, gli stessi autori riuscirono anche ad isolare una sostanza immunizzante nel sangue, la cui presenza, secondo loro, spiegherebbe l'immunità del riccio verso il veleno della vipera. Ma Metchnikoff obbietta, che il dover riscaldare a 58° costituisce già di per sè una grande incertezza per ricerche di questo genere; ritiene piuttosto, che il riccio ha la grande facilità di venire morso molte volte dalle vipere e da qui lo sviluppo di una proprietà antitossica specifica. Del resto è un fatto dimostrato, che il riccio ha una resistenza molto forte, anche rispetto ad altre sostanze velenose animali: per esempio, Camus e Gley, hanno dimostrato che il riccio è 20-30 volte più resistente della cavia verso il siero dell'anguilla; e secondo questi stessi autori, mentre il siero dell'anguilla esercita un'azione globulicida intensa nel coniglio, le emazie del riccio e del pipistrello posseggono una resistenza estrema. Camus e Gley credono, che questa grande resistenza dipenda dal fatto, che i corpuscoli rossi di questi due animali sono sprovvisti di nucleo: difatti, i conigli neonati, che hanno le emazie senza nucleo, sono resistentissimi all'azione dissolvente del siero dell'anguilla. Basandosi sopra questo fatto della immunità considerevole del riccio per i veleni e le tossialbumine, furono intraprese delle ricerche per dimostrare appunto la poca sensibilità, che presenta il riccio alle infezioni microbiche.

Blanchard vide che la marmotta, in istato di letargo, non è più resistente alla ittiotossina della marmotta sveglia, e che la resistenza all'azione del veleno di cobra non differisce di molto da quella del coniglio e della marmotta, nello stato di veglia completa.

Il siero d'anguilla è molto attivo nel periodo invernale, quando venga iniettato nel coniglio, fatto che era già stato segnalato da Camus e Gley. Alla dose di c.c. 0.06, riduce in cattivo stato il coniglio, il quale però non muore; alla dose di c.c. 0.26 lo uccide in ore 2,20. La marmotta, invece, in istato di veglia, resiste ad una dose di siero va-

riabile fra c.c. 0.28 e 0.40; la stessa resistenza si trova nella marmotta in istato di letargo.

Blanchard osservò inoltre, che il veleno di cobra è tossico alla dose di mg. 0.65 per kg. nel coniglio, cifra uguale a quella trovata da Calmette. Una dose di mg. 0.72 è mortale, sia per le marmotte allo stato di veglia che di letargo.

Camus e Gley hanno studiato l'azione emolitica e la tossicità del siero d'anguilla sulla marmotta in istato di veglia. I globuli rossi di quest'animale, come si sa, sono, come quelli del riccio, molto resistenti al siero dell'anguilla. Occorrono delle dosi di questo siero, comprese fra $^1/_{50}$ e $^1/_{20}$, perchè l'emoglobina si diffonda leggermente nello spazio di 15-24 ore. L'azione emolitica del siero d'anguilla è dunque leggerissima nella marmotta, pensando che questo stesso siero è ematolitico, per il coniglio, alle dosi di $^1/_{15000}$ e $^1/_{20000}$ e per la cavia su per giù alla stessa cifra.

Gli stessi autori studiarono poi la tossicità di questo siero di anguilla sopra le marmotte e videro, che riusciva molto tossico. Difatti, con dosi da 0.3 c.c. a 0.2 per kg. di peso, le marmotte sono morte in 2-5 minuti per arresto della respirazione; con una dose di 0.1 c.c. per kg. un animale è morto nella stessa maniera, dopo aver presentato alcuni movimenti convulsivi, in 6 minuti e 30 secondi; con una dose della metà minore, 0.05 c.c. per kg., un animale è morto in 2 minuti; con una dose di 0.03 c. c. per kg. un altro è morto in 5 minuti; un altro ha resistito 1-2 ore ad una dose di 0.02 c.c.; finalmente, a una dose di 0.01 c.c. un ultimo animale ha resistito perfettamente, senza aver presentato il minimo disturbo. La dose tossica, in seguito a queste esperienze, è dunque per la marmotta di 0.03 c.c. per kg., mentre invece questi animali resistono anche e sopravvivono a delle dosi da 5 a 10 c.c. di siero di cane.

Infezioni.

Secondo Barkow, il criceto è molto soggetto alla tubercolosi. Per quanto riguarda poi la mortalità dei ricci e degli spermofili, ritiene che questa sia maggiore nell'estate che durante il periodo letargico.

Phisalix ha visto che i ricci sono resistentissimi alla infezione tubercolare. Billinger aveva digià ricercato, se gli animali in istato di letargo sono immunizzati contro diversi bacilli.

Ecco ciò che ha constatato: L'iniezione di pustola maligna o di cianuro risveglia gli animali dal letargo. Essi vi ricadono dopo, e la morte li sorprende durante il letargo. Quando si esperimentò con dei bacilli di tubercolosi, la marmotta non si risvegliò affatto. Ma, all'epoca ordinaria del suo risveglio, uscendo dal letargo, essa si ammalò e, dopo dodici giorni, morì di tubercolosi acuta.

Secondo Billinger e Dönitz, la marmotta in letargo è ugualmente insensibile alla tossina tetanica; ma essa ridiviene sensibile, dopo che è stata risvegliata. Dei fatti analoghi sono stati osservati da H. Meyer, Halsey e Ransom per il pipistrello. Si può adottare in questi casi la stessa spiegazione, che si è data a proposito dell' immunità naturale della rana, riguardo alla tossina tetanica, considerando l' influenza della temperatura bassa dell' animale.

Dubois ha trovato, al pari di Blanchard, che le marmotte in letargo sono resistentissime alla tubercolosi e cerca di darne una spiegazione. In questi animali in letargo la nutrizione è rallentatissima, salvo nei periodi di risveglio, che non si hanno sempre e che durano poi abbastanza poco. La temperatura dell'animale s'abbassa al punto di non superare, che di pochi gradi la temperatura ambiente, di più questo si trova in uno stato di digiuno assoluto e quindi di autofagia; difatti, le urine, da alcaline, al principio del letargo, diventano poi acide, perchè in questo stato consuma le riserve del proprio corpo come un carnivoro. Durante il periodo della autofagia, utilizza i grassi depositati nel suo corpo e, dalle sostanze albuminose, prende non solo l'albumina, ma anche le sostanze grasse nelle quali questa si sdoppia, come lo dimostra l'urea e gli altri materiali azotati che vengono ad essere eliminati per le urine e per le feci. Il sangue inoltre, presenta una grande quantità di CO_2; in esso si ritrova anche una diminuzione di acqua, la quale porta ad una iperglobulia relativa. La resistenza alla tubercolosi nella marmotta non

si deve attribuire, secondo l'A., all'abbassamento della temperatura e al rallentamento della nutrizione, ma quattro sono le condizioni di questa resistenza, secondo lui:

« 1. l'accumulation de l'acide carbonique dans l'organisme;

« 2. l'état d'autophagie qui rend cet animal carnivore;

« 3. son alimentation constituée surtout par des graisses;

« 4. l'immobilité de l'hivernant ».

Da parte mia però faccio osservare, che bisogna bene spiegarsi sull'accumulo di CO_2 nel sangue, come causa ostacolante l'infezione da bacilli della tubercolosi; intesa nel senso che una maggiore acidità del sangue ostacoli la infezione non va, perchè ormai si sa, che una acidità più grande del sangue facilita le infezioni; passa solamente questa ipotesi, nel senso che un accumulo di CO_2 non fa che ostacolare, rendere meno vivo il complessivo ricambio materiale, per minore O_2 che si ritrova nell'intimo dei tessuti, quindi minore probabilità, che l'infezione attecchisca. Anche il fattore immobilità va inteso nel senso, che l'animale non è stanco per soverchio lavoro compiuto: come sappiamo, la fatica facilita le infezioni, mentre invece il riposo no. Sono molto problematiche le altre due ipotesi emesse da Dubois, cioè lo stato di autofagia e l'alimentazione con grassi (!) (doveva dire piuttosto il vivere a spese del grasso accumulato nell'organismo).

Dando uno sguardo alle esperienze fatte dai varî autori, possiamo stabilire, come canone generale, che in genere, tutti gli animali, che vanno soggetti a periodico letargo, si mostrano più resistenti verso i veleni e le sostanze tossiche di origine minerale, vegetale ed animale, rispetto agli altri animali della stessa specie non letargici. Uno stesso animale, poi, allo stato di letargo, è in genere più resistente, di quando si trova allo stato di veglia.

Koeninck trovò (questo è veramente interessante) una analogia fra animali a sangue freddo e pipistrelli letargici nell'avvelenamento con caffeina e tetanotossina. Fatte iniezioni di caffeina nei muscoli si ebbe una rigidità di questi, una reazione che è tutta speciale dei muscoli degli animali a sangue freddo. Pipistrelli trattati con dosi di tetanotossina,

capaci di uccidere una cavia di media grandezza 200, volte superiore, reagirono solo con leggieri fenomeni di avvelenamento e che ebbero anche un decorso abbastanza lento, dipendente, secondo l'A., dalla temperatura esterna. I pipistrelli letargici si comportavano, quindi, come animali a sangue freddo rispetto al tetano: difatti questi animali sono molto resistenti anche a forti dosi di tetanotossina, come anche sono immuni dalla infezione da bacilli di tetano e reagiscono solo a questa, quando si riscaldino ad una temperatura di 22°-25° C. — — — —

È stata studiata da varî autori la resistenza degli animali nel digiuno alle malattie infettive, specialmente da Canalis e Morpurgo, Castellino, Roger e Josuè. Canalis e Morpurgo studiarono la questione iniettando il bacillo del carbonchio nei colombi. Questi animali, tenuti a digiuno, perdevano la loro immunità naturale, però la riacquistavano di nuovo, se dopo 6-7 giorni di digiuno venivano alimentati di nuovo. Notarono che, anche in questo caso, il fattore individuale spiegava una grande influenza.

Pasteur al contrario vide, che polli, dopo iniezioni di carbonchio, non perdono la loro immunità verso questa malattia, se dopo erano sottoposti alla inanizione, ciò che fu potuto anche constatare da quelli autori. Al contrario, se si lasciavano digiunare questi animali 3-7 giorni, prima della inoculazione della coltura, di 13 polli, ne morivano 7 di carbonchio: analoghe esperienze eseguite nei ratti dimostrarono, che questi riuscivano assolutamente immuni.

Roger e Josuè studiarono la resistenza dei conigli verso il *bacterium coli*. Dopo 3-7 giorni di assoluto digiuno e quindi di nuova rialimentazione, l'iniezione, eseguita al 3°-11° giorno, faceva vedere una maggiore resistenza di questi animali verso il *bacterium coli* che negli animali di controllo. Gli autori fanno dipendere questa maggiore resistenza da una maggiore proliferazione cellulare nel tessuto delle ossa.

Riguardo però alla resistenza del coniglio verso il *bacterium coli* bisogna pensare, che questa varia da animale ad animale, come è stato potuto vedere nell' Istituto di

igiene di Roma (comunicazione orale del dott. Levi Dalla Vida) ed anche in altri laboratorî.

Féré osservò delle cavie, dopo 1-5 giorni di digiuno, divenire più presto asfittiche di animali normali, quando venivano immerse nell'acqua.

Roger studiò anche la resistenza degli animali agli alcaloidi durante il digiuno. Questo autore iniettò solfotartrato di chinino, dopo 24 ore di digiuno, nel coniglio, in una vena periferica, la dose mortale (gr. 0.074 per kg.) era superiore che nell'animale normale (gr. 0.06). Fatte iniezioni nella vena porta, delle piccole dosi (gr. 0.086) erano più mortali che non in periodo normale (gr. 0.16): da ciò concluse, che nel digiuno il potere distruttore dei veleni è molto diminuito. Nel caso fosse stato iniettato glucosio, un'ora avanti l'iniezione del chinino nella vena porta, si ristabiliva la proprietà del fegato di neutralizzare di nuovo il veleno. Ugualmente si comporta l'azione venefica dell'atropina e della nicotina.

L'influenza del chinino sul ricambio materiale fu studiata da Prior nel digiuno e così l'influenza inibitoria della scissione dell'albumina, come avviene in condizioni di nutrizione normali. La quantità dell'urina viene aumentata sotto l'azione del chinino.

U. Mosso vide anche, che dopo 42 ore di digiuno il lavoro muscolare era aumentato sotto l'influenza della cocaina, che si ingeriva.

Tossicità urinaria durante il letargo.

Come abbiamo già visto, le ricerche di Phixalix e Bertrand hanno dimostrato la presenza di una sostanza tossica nel sangue e nel siero di sangue del riccio, la quale si distrugge in 15′ con un riscaldamento a 58°.

Noè volle vedere, se questa sostanza era suscettibile di essere eliminata per le urine e, perciò, iniettò queste in un coniglio, che veniva così ad essere ucciso e dava il modo di conoscere il coefficiente uro-tossico. La media generale di questo in un ciclo annuale era di kg. 5.555; la cifra massima, osservata durante questo ciclo, fu nel

marzo, che si elevò a kg. 7.976; la cifra minima fu raggiunta nel mese di ottobre con kg. 2.548.

La vita oscillante (letargo) quindi, secondo Noè, si manifesterebbe anche nella tossicità urinaria, però, la curva, che possiamo ricavare da questa, è esattamente l'inverso della curva del peso. La tossicità massima in primavera diminuisce progressivamente sino all'autunno, per rimontare poi di nuovo: è insomma nel momento in cui l'animale dimagrisce di più, ossia dall'ottobre al novembre, che la tossicità urinaria aumenta di molto.

Il letargo rallenta di molto l'accrescimento della tossicità urinaria, ma molto di meno della perdita di peso, ed il letargo anche, in sè stesso, la rallenta molto di meno, a seconda che è profondo o leggiero.

In genere il letargo, moderando l'istolisi, riduce la tossicità urinaria e, in conseguenza, risparmia i fenomeni di auto-intossicazione, che risulterebbero dalla sua esagerazione. Quindi la tossicità urinaria è minima in estate, quando l'assimilazione è preponderante, in inverno predomina la disassimilazione, essendo più intenso il consumo anerobico dei tessuti dell'animale. In questo periodo, quindi, aumentano i veleni nell'urina, ammenochè il letargo non venga a trattenere l'istolisi, ciò che difatti si avvera, appena l'animale cade in profondo letargo.

Perchè possa servire di orientamento, riporto i varî coefficienti uro-tossici a seconda dei varî animali:

Cavia	5.663	Charrin e Roger
»	6.00	Alezais
Coniglio	4.184	Charrin e Roger
Cane.	3.317	Charrin e Roger
Uomo	0.464	Bouchard

Mi piace di riportare i risultati sulla tossicità urinaria ottenuti da Jacoangeli e da me sul digiunatore Succi nel periodo di digiuno di 20 giorni nell'anno 1893-94 (dicembre-gennaio) e del quale abbiamo già tenuto parola nel capitolo XI.

Dalla discussione delle esperienze eseguite, iniettando l'urina in una delle vene auricolari di un coniglio e dalla

tabella che le riassume, si vede, come l' urina, durante il digiuno nell'uomo, sia circa la metà meno tossica che nello stato normale.

Descrizione delle esperienze sulla tossicità delle urine emesse da Succi nel digiuno di 20 giorni fatto a Roma nel 1893-1894.

(Jacoangeli e Polimanti).

I. — Urina delle 24 ore prima dell'ultimo pasto, sabato 16, domenica 17 dicembre 1893.
Coniglio colore leporino. Peso gr. 800.
Impiegati circa 20 minuti per ucciderlo.
Urina iniettata cc. 63.
Urotossia 0.078.
Coefficiente uro-tossico 0.211.

II. — Urina del 17-18 dicembre 1893 (1° di digiuno).
Coniglio colore leporino. Peso gr. 830.
11.4 ant. - Inizio dell'iniezione.
11.5 - Sinora l'animale è stato calmo - Comincia a dimenarsi. - Urina iniettata circa 5 cc.
11.10 - Leggero grado di dispnea.
11.15 - Dispnea fortissima.
11.17 - Morte.
Urina iniettata cc. 77.
Urotossia 0.093.
Coefficiente uro-tossico 0.607.

III. — Urina del 19-20 dicembre 1893 (3° di digiuno).
Coniglio nero. Peso gr. 730.
4.50 pom. - Inizio.
4.51 - Comincia a essere dispnoico.
4.54 - Il respiro si va rallentando.
4.55 - Grida - Il respiro ritorna accelerato.
5.5 - Miosi fortissima - Gridi - Convulsioni cloniche - Morte.
Urina iniettata cc. 64.
Urotossia 0.088.
Coefficiente uro-tossico 0.110.

IV. — Urina del 20-21 dicembre 1893 (4° di digiuno).
Coniglio colore leporino. Peso gr. 630.
10.10 ant. - Inizio - Appena introdotto l'ago nella vena auricolare, comincia a gridare molto forte - Si mantiene del resto sempre normale sino alle 10.13.
10.13 - Comincia un po' di insensibilità corneale.

10.14 – Insensibilità corneale completa.
10.15 – Convulsioni cloniche – Morte.
Urina iniettata cc. 24.
Urotossia 0.038.
Coefficiente uro-tossico 0.247.

V. — Urina del 21-22 dicembre 1893 (5° di digiuno).
Coniglio colore leporino. Peso gr. 635.
10.20 ant. – Inizio – Comincia subito un periodo di agitazione con qualche grido e dispnea.
10.25 – Perdita di urine e feci.
Si sospende momentaneamente l'iniezione per riprenderla alle
10.35 – Agitazione e dispnea fortissima.
10.40 – Dispnea al massimo grado – Perdita di feci.
10.50 – Convulsioni cloniche – Morte.
Urina iniettata cc. 70.
Urotossia 0.110.
Coefficiente uro-tossico 0.225.

VI. — Urina del 29-30 dicembre 1893 (13° di digiuno).
Coniglio colore leporino. Peso gr. 715.
4.55 pom. – Inizio.
4.58 – Urina.
4.59 – Cade fulminato con esoftalmo pronunziatissimo – Non ha presentato moti convulsivi, nè tonici, nè clonici.
Urina iniettata cc. 25.
Urotossia 0.035.
Coefficiente uro-tossico 0.163.
NB. – Di questa urina si iniettarono altri 20 cc. in un coniglio del peso circa di 700 gr., questo morì poche ore dopo eseguita l'iniezione.

VII. — Urina dell'1-2 gennaio 1894 (16° di digiuno).
Coniglio colore leporino. Peso gr. 830.
3.55 pom. – Inizio – Subito acceleramento del respiro e dei battiti cardiaci, dopo 4' si ha la solita respirazione caratteristica sibilante, affannosa.
4.5 – Primi sintomi di avvelenamento acutissimo – Contrazioni cloniche.
Rilasciamento completo dei muscoli, contrazioni fibrillari dei muscoli faciali – Insensibilità corneale – Esoftalmo.
4.11 – Morte.
Urina iniettata cc. 76.
Urotossia 0.091.
Coefficiente uro-tossico 0.040.

Tabella della tossicità delle urine nel digiuno di 20 giorni del Succi (Roma 1893-1894).
(JACOANGELI E POLIMANTI).

Mese e giorno	Peso Succi	Peso vivo del coniglio Gr.	Quantità totale urina cmc.	Densità	Colore	Tempo impiegato per uccidere il coniglio	Urina iniettata cmc.	Urina per Kg. di coniglio cmc. (Urotossia)	Coefficiente uro-tossico
Dicembre 1893.									
Dalle ore 12 del 16 alle 9 ant. del 17	65.100	800	1087	1017	Paglierino	20′	63	0.078	0.211
Dalle 9 ant. del 17 alle 9 ant. del 18	64.700	830	965	1020	..	13′	77	0.093	0.607
» » » 19 » » » 20	63.300	730	620	1023	..	15′	64	0.088	0.110
» » » 20 » » » 21	62.800	630	593	1028	..	4′	24	0.038	0.247
» » » 21 » » » 22	61.200	635	590	1027	..	25′	70	0.110	0.225
» » » 29 » » » 30	58.550	715	335	1029	..	4′	25	0.035	0.163
Gennaio 1894.									
Dalle 9 ant. del 1° alle 9 ant. del 2	57.800	830	256	1025	..	16′	76	0.091	0.040

Dubois, partendo dal concetto di Preyer, Errera e Bouchard, secondo i quali, l'organismo nello stato di veglia produce delle sostanze ponogene, più o meno analoghe alle leucomaine e alle ptomaine, la cui accumulazione determinerebbe la fatica e la narcosi, volle vedere, se questa ipotesi era applicabile al letargo. Perciò studiò l'urina della marmotta alla fine del letargo, ma non potè determinare una narcosi apprezzabile. E conclude che « le sommeil hibernal n'est pas le résultat de l'activité de produits narcotiques fabriqués par l'organisme et susceptibles d'être éliminés par le rein ou par l'intestin ».

Il Bouchard, con numerose ricerche, aveva visto che le urine del sonno, nell'uomo, sono quasi sempre meno tossiche della metà, che quelle della veglia. L'uomo elaborerebbe, secondo lui, durante il sonno, da 2-4 volte meno urotossine che nel periodo di veglia. Durante questo periodo di veglia la massima tossicità appartiene alla prima metà del periodo diurno. Il minimo dell' eliminazione tossica ha luogo, nel momento che l' animale o l' uomo si addormentano. Di più le urine del sonno sarebbero convulsivanti, mentre quelle della veglia lo sono poco o quasi, però producono sempre narcosi nei conigli iniettati.

In base a queste sue esperienze, Bouchard riprese l' idea della teoria tossica del sonno. Di più, secondo lui, i veleni della veglia e quelli del sonno sono differenti, non solo di intensità e di qualità, ma anche antagonisti : l' uno è controveleno dell' altro.

L' insonnia porterebbe la tossicità dell' urina a un risultato inverso. Difatti, in casi d' insonnia sperimentale, Agostini e Daddi constatarono profonde lesioni a carico del sistema nervoso centrale, dovute appunto ai materiali tossici, che si vanno elaborando, in questo periodo, nell' organismo animale. — – — – —

Credo sia cosa sommamente interessante riportare qui i risultati dell' esame batteriologico eseguito sulle feci del Succi nel digiuno che fece in Roma nel 1893, esame fatto dal prof. Bernabei e che potrà essere comparato con quello fatto dai Monti sulle feci delle marmotte in letargo.

Tanto più è interessante riportarlo, perchè potrà essere

comparato colla tossicità delle stesse feci, già esaminate batteriologicamente, tossicità che fu determinata da Jacoangeli e da me e della quale parlo poi.

Bernabei determinò il microbismo fecale durante il digiuno di Succi, digiuno di 20 giorni. Il Succi ebbe 3 deiezioni: la prima, di gr. 65, nel 1° giorno di digiuno; la seconda, di gr. 95, e, come la precedente, di feci figurate ma più consistenti, nel 3° giorno di digiuno; la terza poi, al 21° giorno, cioè al termine del digiuno e quando aveva già incominciato a prepararsi al cibo bevendo del citrato di magnesia, del brodo, dello champagne, con qualche savoiardo. Quest'ultima evacuazione fu di gr. 295 e di consistenza alquanto poltacea.

Per la conta si servì del mezzo proposto dal prof. Fermi, consistente nell'immergere nelle feci una determinata lunghezza, sempre la stessa, di uno stesso ago di platino e quindi infiggerlo con egual numero di volte (e fu di 10), in gelatine solide, acciocchè tutto il materiale sia rimestato e quindi, fusa la gelatina, a versarla nelle capsule di Petri. Allorchè lo sviluppo era completo, tracciava sul fondo delle capsule 4 diagonali, incrociantesi sul centro, da dividersi in 8 spazi e di ciascuno di essi contava 2 campi di microscopio (ob. 4) e così di ogni capsula si aveva la media nel numero delle colonie per campo.

Con questo metodo risultò nella prima e seconda deiezione una media di 3-10 colonie per campo, numero corrispondente alle condizioni normali. Sulle feci della terza deiezione le colonie per campo raddoppiarono, cioè furono 19-20, ma tutte esclusivamente di bacteruncoli. Queste ultime feci risultarono le meno tossiche.

Le esperienze sulla tossicità delle feci di Succi venivano eseguite in questa maniera: una certa quantità di feci venivano diluite in una soluzione 0,75 % di Cl Na e poi questa soluzione veniva iniettata nella vena auricolare di un coniglio e se ne iniettava di tanto, fino a che questo non era morto.

Sotto forma di tabella riporto i risultati da noi ottenuti, dai quali si vede manifestamente, come la tossicità delle feci, al pari di quella delle urine, era di molto diminuita durante il periodo di digiuno.

Tossicità delle feci del digiunatore Succi (1893-94)

Mese e giorno	Peso Succi	Peso specifico soluzione fecale	Peso coniglio	Feci iniettate sostanza umida grammi	Feci iniettate sostanza secca grammi	Coprotossia rispetto sostanza umida grammi
17-XII-93 . . .	64.700	1005	1170	2 0083	0.698	0.0017
21-XII-93 . . .	62.800	1007	875	2.67	1.47	0.0030
6-I-94	56	1007	755	6.66	1.11	0.0088

CAPITOLO XVIII.

Il letargo nell' uomo ed il fachirismo.
Analogia fra sonno e letargo.

A tutti sarà occorso di conoscere delle persone che possono procurarsi il sonno a loro volontà. In genere si tratta d'individui grassi, corpulenti e quindi con una circolazione e una ventilazione polmonare molto rallentata.

Basta che in questi individui sieno favorite, coscientemente o incoscientemente, le cause che possono favorire o produrre il sonno, perchè si addormentino anche subito.

Nella letteratura fisiologica si parla spesso, che nell'uomo esiste uno stato analogo al letargo e che si può artificialmente richiamare. Wolkov ci descrive mirabilmente il sonno letargico (parlo di sonno e di letargo in queste parole, perchè ritiene dell'uno e dell'altro) dei contadini russi quando, per mancanza assoluta di alimenti, morirebbero sicuramente di fame, se non cadessero in questo speciale stato. Mi piace di riportare testualmente la descrizione che ne fa Wolkov; quantunque Claparède metta in dubbio la narrazione fatta da questo autore, pur tuttavia io posso sicuramente affermare, dopo aver interrogato in proposito molti russi, che questo fenomeno si avveri realmente nelle campagne della Russia, specialmente in quegli anni, nei quali

maggiormente si fanno risentire i danni della carestia. Così si esprime Wolkov su questo fatto così interessante:

« Le phénomène se fait remarquer surtout dans les localités où l'insuffisance chronique des récoltés, résultat des conditions économiques actuelles, passe à l'état aigu de la famine. La " couchée " est une manière de s'accomoder à la famine, de prendre l'habitude de ne pas manger.

« Aussitôt que le maître de maison constate que la quantité de seigle qu'il possède n'est pas suffisante pour passer l'hiver, comme consommation habituelle, il s'arrange pour diminuer cette consommation. Mais sachant bien que dans ce cas il lui sera bien difficile de conserver sa santé et celle de sa famille et surtout ses forces pour le travail, il se met en " couchée ", c'est-à dire se dispose à dormir pendant 4 ou 5 mois.

« Toute la famille s'arrange de manière à ne faire que le minimum des mouvements, à ne pas dépenser sa chaleur animale pour manger le moins possible.

« Dans la maison règnent l'obscurité et le silence.

« Dans les divers coins et surtout sur le four et sur les *palaki* (échafaudage sous le plafond, où on dort dans les maisons des paysans de la Grande-Russie, pour avoir chaud), toute la famille se couche.

« Tout le monde ne s'occupe que de cette atténuation de la vie qu'on appelle " liojka " et dans laquelle se plonge non seulement une famille ou un village, mais les districts tout entiers... Le sommeil ne s'interrompt que pour les choses strictement nécessaires et aussitôt tout se replonge dans le silence... ».

Claparède, come sopra ho accennato, non ammette che ciò possa avverarsi e si esprime difatti con queste precise parole:

« J'ai cherché à obtenir des renseignements sur ce sommeil des paysans, mais plusieurs Russes que j'ai interrogés à ce sujet m'ont déclaré n'avoir jamais entendu parler de ce phénomène ».

Del resto, senza che noi ricorriamo a questa descrizione di Wolkov, come spiegare la possibilità della vita

normale in tanti e tanti individui del proletariato italiano?

L'alimentazione in questi individui venne studiata con metodi rigorosi: nel Veneto da De Giaxa, nell'Emilia da Albertoni e Novi, a Napoli da Manfredi e Capaldi, nella provincia romana da Memmo, Panegrossi, Campeggiani e Tafuri, nell' Umbria da Brugnola.

Confrontando i singoli dati di questi autori, risulta, che il proletario italiano, specialmente il contadino, nell'inverno ha una razione della fame, cioè scarsezza di albumina, di grassi; quasi sempre abbondante di sostanze amilacee. Vi è una enorme sproporzione delle sostanze azotate verso le sostanze ternarie e, data la cattiva digeribilità degli alimenti, una forte perdita per le feci. Andando a guardare il bilancio delle calorie, si vede, che questo è bassissimo, tanto che fisiologicamente si sa non bastare nemmeno alla normale vita vegetativa. Noi dobbiamo sicuramente ritenere, che in tali casi, questi disgraziati individui, piuttosto che andare incontro al disfacimento dell'organismo, entrano sicuramente, per influenza del sistema nervoso, in uno stato tutto speciale, che possiamo ritenere come un passaggio tra il sonno ordinario e il letargo.

Angelo Celli con queste parole incisive si esprime, a proposito dell'alimentazione di questi paria: « Le razioni alimentari di inverno, come quella a base di castagne, di ghiande, di solo granturco, permettono appena di *ibernare* in riposo, e in perdita, che si pareggia con la migliorata alimentazione dei susseguenti mesi ».

Io ritengo, che questa parola *ibernare* vada intesa nel senso di uno svernamento, compiuto in condizioni tali da avere il minor numero di perdite durante questo periodo.

Difatti, è assurdo il poter supporre la possibilità di una vita normale negli individui su accennati, i quali, emaciati e denutriti, senza la possibilità di cercarsi un alimento, andrebbero incontro ad una morte sicura, se non cadessero in quello stato di immobilità, che li preserva da un' istolisi troppo rapida e quindi dallo sfacelo dell'organismo. I francesi hanno un motto bellissimo e così si esprimono: « Qui dort, dîne » e dobbiamo ritenere con sicurezza, che sia

questa immobilità, questo sonno tutto speciale, che soppe-risce al nutrimento, che disgraziatamente non è a disposizione di questi individui.

Dobbiamo però senza dubbio ammettere come, sia nel caso dei contadini russi, sia in quello di questi proletari italiani, ai quali ho sopra diffusamente accennato, si tratti di veri fenomeni di vita latente, che si avverano durante la stagione invernale, più o meno pronunciati, a seconda della maggiore o minore deficienza di nutrimento in questo periodo di tempo.

La storia ecclesiastica del quarto secolo fa menzione di certi monaci del monte Athos, che arrivavano all'estasi e alla insensibilità colla contemplazione del loro ombelico, perciò furono chiamati onfalo-fisici. Questa è la prescrizione che loro hanno dato per cadere in questo stato tutto speciale di catalessi: « Elevando il tuo spirito al disopra delle cose vane, appoggia la tua barba contro il petto; gira i tuoi occhi e il tuo pensiero verso la metà del tuo ventre, trattieni il respiro, cerca negli intestini il posto del tuo cuore... ».

È cosa probabile che questo stato di auto-ipnotismo, o di vero e proprio ipnotismo, si produca per la fatica che agisce primieramente sui centri, i quali hanno degli stretti rapporti, con quelli che comandano al funzionamento degli occhi. Da qui caduta paralitica della palpebra superiore e posizione speciale degli occhi; contemporaneamente avvengono delle modificazioni della circolazione e della respirazione, che favoriscono sicuramente questo stato. Certo è, che le pratiche, che si eseguono da persone dell'arte medica per ipnotizzare, ci portano a ritenere, che qui si tratti di un vero e proprio stato di ipnosi.

Nella letteratura fisiologica si parla spesso, che nell'uomo esiste uno stato analogo al letargo e che si può artificialmente richiamare. Si parla di fachiri indiani, che si lasciano sotterrare in uno stato tale, che è molto vicino a quello della morte apparente e dopo delle settimane si lasciano di nuovo disotterrare, essendo ancora vivi. Noi abbiamo specialmente due fonti ineccepibili, che trattano di questo fenomeno.

Braid narra, che il prof. Cheyne gli aveva raccontato un caso di una volontaria morte apparente. « L'inglese Townsend aveva l'abilità di sospendere la sua circolazione, la sua respirazione e di rimanere per circa mezz'ora in uno stato di morte apparente. Erano testimoni di questo fatto il dottor Cheyne, il dott. Baynard e m.r Skrine: essi non poterono assolutamente notare più una pulsazione, ovvero un movimento cardiaco e così anche non si vedeva nessun movimento respiratorio: uno specchio, che era tenuto avanti alla bocca e alle narici rimaneva terso. I medici credettero che fosse morto. Però, dopo mezz'ora, ritornò la pulsazione cardiaca lentamente ed il corpo cominciò a muoversi e a respirare ».

L'esperimento del Townsend consisteva in questo: sottoponendo il cuore ad un'alta pressione, mercè l'occlusione forzata della glottide ed un'energica contrazione volontaria dei muscoli respiratorî, si procurava una parvenza di morte. Perciò a ragione bisogna ritenere, che spesse volte l'assenza del respiro o dell' itto cardiaco non significa nulla, per quanto riguarda appunto la morte vera.

Molti casi di morte apparente debbono ritenersi come vere e proprie manifestazioni di vita latente. Plinio, lo storico più antico delle morti apparenti, racconta che Avicula, console romano, ammalatosi, in un momento di sopore letargico, fu creduto morto e che poi, con meraviglia di tutti gli astanti, i quali giuravano sulla sua morte, risuscitò all' ardore delle fiamme del rogo. Identica è la storia di Lucio Lamia, questore, che lo storico Valerio Massimo ci ha tramandata nei suoi fatti e detti memorabili. Ed andando a tempi ancora più remoti, Democrito, Eraclide, Platone, Apuleio e Plutarco scrissero sopra questi fenomeni di morte apparente. Celso, parlando delle vere manifestazioni della morte, chiedeva che non si faccia carico alla scienza degli errori dei suoi cultori, circa la determinazione del punto controverso della vita e della morte.

Innumerevoli sono i casi riportati dalla letteratura medica sopra i così detti « morti risuscitati » e che non sto qui a riportare, perchè questo non è il còmpito mio. Mi piace però trattenermi sopra i casi frequenti di morte ap-

parente, che si hanno nelle epidemie coleriche e messi specialmente in luce da due biologi: dal nostro Pacini e da Brown-Sèquard in Francia, perchè, secondo me, la causa che la determina, ha un riscontro negli animali inferiori.

Nel colera, è cosa ormai nota, si ha una enorme deacquificazione dei tessuti, determinata dalle continue scariche diarroiche, sicchè l'intiero organismo viene a trovarsi molto più povero di acqua rispetto allo stato normale (conseguenza di questa deacquificazione sono i dolorosi crampi, specialmente alle estremità inferiori, che si hanno di continuo, ovvero con intermittenze, in tutti i colerosi).

Ebbene, Leeuwenhoek, Spallanzani, Fontana, Redi, come vedremo poi molto più particolarmente, hanno visto che vi sono rotiferi, nematodi, che possono rimanere inerti per molti mesi e basta una gocciolina d'acqua per ridonare a questi la vita.

Dunque la causa della vita latente dei colerosi, come di questi organismi inferiori, è uguale, ossia è basata sulla sottrazione di acqua più o meno completa dell'organismo.

Nella storia delle scienze biologiche è rimasto celebre un caso di « sonno letargico » lunghissimo e veramente attendibile, perchè controllato rigorosamente. Si tratta della svedese Carolina Karlsdätter, che si risvegliò da un sonno letargico della durata di trentadue anni. Addormentatasi a tredici anni, si liberò a quarantacinque anni (nel febbraio 1909) dal suo sopore letargico.

Esistono però nella letteratura altri casi di meravigliosa letargia umana.

Nel settembre 1887, fu ricevuta nell'ospedale di San Giuseppe, a Joliet, certa Hebert, in preda a sonno così profondo che durò 219 giorni consecutivi, senza che fosse possibile di poterla nutrire: morì scheletrita, senza aver mai ripreso la conoscenza. Nel maggio 1882, sopra una panchina dell'Avenue de la Grande Armée, a Parigi, fu trovata una donna addormentata. All'ospedale Beaujeu, si constatò che era gravida: respiro e circolazione sanguigna erano normali. Dopo quattro settimane, senza mai aprire gli occhi, si sgravò di un fanciullo vissuto poche ore. Il medico ricorse allora alle doccie fredde. Alla seconda la paziente si agitò,

dette dei gemiti, guardò attorno e poi si riaddormentò. Il 3 agosto la misteriosa dormiente morì, senza aver mai dato segno alcuno di risveglio vero e proprio.

Nell' Ospizio generale di Rouen vi era una infermiera, certa Luisa Giulia Jourdain, la quale, verso il 1867, si era bruscamente addormentata, mentre lavorava in una fabbrica. Il suo corpo era talmente irrigidito, che, prendendola per le estremità, si poteva sollevare tutta d'un pezzo, senza che si piegasse affatto. Dormì un mese; lasciato l'ospizio, vi tornò quattro giorni dopo, poi ad intervalli brevissimi si riaddormentava.

Nel 1882 era ancora soggetta a crisi periodiche di sonno. Qualche giorno avanti l'accesso ipnico diveniva nervosa, taciturna, melanconica; poi, all'improvviso, in qualunque luogo si trovasse, si addormentava e bisognava metterla a letto. Sempre costantemente, verso le 22, agitava un poco le gambe, che sino a quell' ora si erano conservate molto rigide, quindi faceva udire dei brevi lamenti.

Alle 23 precise apriva gli occhi e si metteva a sedere senza pronunciare una parola; quasi incosciente inghiottiva gli alimenti preparati per lei e quindi si riaddormentava. E ciò per quattro, cinque e perfino dieci giorni consecutivi, al termine dei quali riprendeva con regolarità il suo servizio in infermeria, alla quale era stata adibita.

Tutti questi fenomeni debbono sicuramente provenire da una causa comune: forse uno studio profondo ce ne farà conoscere l' intimo meccanismo e sicuramente dovremo classificarli fra i fenomeni di vita latente.

Lo scienziato inglese John Hunter pensava già seriamente alla possibilità di gelare gli uomini viventi e di disgelarli duecento o trecento anni dopo, essendo ancora possibile la vita dopo un tempo così lungo.

Diligenti sono state le mie ricerche bibliografiche su questo argomento, ma non ho potuto trovare dei fatti attendibili, che potessero confortare l'idea espressa da Hunter. Si tratta di narrazioni fantastiche e che non resistono alla critica scientifica. Lo stesso io posso anche dire dei racconti fattimi da alcuni alpigiani delle Alpi italiane e svizzere a proposito della estrema sopravvivenza di individui, che,

sorpresi da infortuni alpini e caduti su ghiacciai, conservarono la vita ancora per un lungo periodo di tempo e, messi in condizioni opportune, mostrarono il fenomeno della sopravvivenza.

Certo però è un fatto stabilito da tutti i viaggiatori polari, che cioè gli eschimesi, alcuni popoli lapponi, insomma tutti gli abitanti dei poli e delle regioni vicine, durante la notte polare, si rinchiudono nelle loro tane, nei loro nascondigli, nelle loro case, in una specie di letargo, di vita latente, nell' attesa che il sole torni di nuovo a risplendere sull' orizzonte.

Sono però indubbiamente molto interessanti questi fatti di vita latente, che si osservano nell' uomo. Popoli nordici e popoli dell' estremo oriente, come vedremo poi, sottoposti quindi ai grandi freddi ed ai grandi calori, mostrano fenomeni di vita latente, di letargo vero e proprio. Ciò ha un confronto, con quanto si avvera negli animali, i quali presentano questi stessi fatti nelle regioni delle nevi eterne (marmotte ad esempio) e nelle regioni tropicali (Tanreck ad esempio).

Braid dice, che dopo quello che ha appreso da quei medici, ai quali ho sopra accennato (Cheyne e Baynard), riguardo agli esperimenti di Townsend, cominciò ad interessarsi della questione ed a fare anche una inchiesta nelle Indie. E difatti Braid riporta questi racconti, che a lui sono stati fatti per lettera e che sono in parte identici a quelli che riporta Paul nel suo scritto e sul quale mi intratterrò poi lungamente. La parola *fakiro* è di origine araba (in arabo: Fakìr, in italiano si può scrivere: fachiro ovvero fakiro, come faccio appunto io in questo lavoro) e significa *mendicante*: questo nome viene specialmente appropriato a quei mendicanti, che sono seguaci della filosofia dello Yoga, di quella filosofia insomma, che ha per fine l'unione mistica con la divinità. Il fakiro quindi si chiama anche yogin.

Di questi fakiri viene raccontato, che alcuni di essi, dopo essere rimasti per lungo tempo racchiusi in una cassa, passarono ad un lungo sonno duraturo, nel quale la respirazione rimase sospesa. Questi uomini si chiudono

in una cella sotterranea, nella quale esiste una temperatura omogenea, prendono pochissimo nutrimento, e si ipnotizzano fissando la punta del proprio naso, ovvero la linea mediana delle due sopracciglia. Sembra, che Braid abbia imparato il suo metodo di ipnotizzare da uno yogin. Finalmente il fakiro si taglia il frenulo della lingua, inghiotte questa, in modo che l'epiglottide si chiuda, ovvero con la bocca si chiudono le coane.

Per cadere nello stato di letargo, i fakiri delle Indie, fra le altre pratiche, si abituano a respirare progressivamente il meno possibile di aria alla volta, e sempre più raramente.

Naturalmente, allora la respirazione viene ad essere sospesa ed il yogin viene chiuso in una bara, e talvolta anche sotterrato, per poi essere dissotterrato dopo quattro o sei settimane, ritornando così completamente alla vita normale. Questi fatti, però, di yogin che passano ad uno stato di morte apparente, sono molto rari.

Paul diceva, nell'anno 1851, che negli ultimi venticinque anni, si erano avuti solo tre casi veri: uno in Calcutta, il secondo in Jesselmere e il terzo in Lahore. Nel primo fu lui stesso testimonio e per gli altri due riporta la testimonianza del dott. Mac Gregor e di alcuni ufficiali inglesi. Paul, nella descrizione dei suoi tre casi, non dice, se questi morti apparenti furono sotterrati, ovvero furono in qualche maniera riparati dall'aria. Egli dice, che furono posti in una tomba formata di pietra; la tomba venne chiusa con due grosse pietre e, come Paul crede, al disopra fu sparsa della terra.

Fra i casi raccontati da Braid, invece, ve ne sono di quelli, nei quali il fakiro fu realmente sotterrato, senza nemmeno una bara. Come guardia furono posti alla tomba dei soldati maomettani. Come si sa, i Maomettani hanno un odio fanatico contro la religione degli Indiani e volevano perciò dimostrare ad ogni costo, che l'*uomo santo* altro non era che un imbroglione. Dopo alcuni giorni, il fakiro venne dissotterrato e visse di nuovo. Questi casi sono interessantissimi; ad ogni modo però noi dobbiamo ritenere che si tratta di casi molto rari; non ogni fakiro

si trova al caso di cadere in uno stato di morte apparente, come era quello dell' inglese Townsend. Più spesso però dobbiamo ritenere, che si tratta di gente, che vuole sorprendere la buona fede degli altri.

Bunge dice di avere interrogato molti medici inglesi, che erano nelle Indie, e questi gli dissero, che mai avevano visto una cosa simile. Invece, un mercante svizzero, Charles Brenner di Frauenfeld gli raccontò che nell'anno 1895, in una festa religiosa, nelle vicinanze di Guntakul, presso Madras Presidency, un fakiro fu messo in una fossa nella mattinata, coperto con un panno e quindi ricoperto di terra. Alle cinque del pomeriggio fu dissotterrato e rivisse di nuovo. Vi era un'enorme quantità di gente, che assisteva al sotterramento e al dissotterramento e fra questi vi era il Brenner. Ed egli disse a Bunge, che di tali sotterramenti se ne vedono molto raramente.

Il celebre professore di sanscrito Max Müller, nel suo libro *Life and Letters*, ricorda un fachiro indiano, Mahatma Sri Agamya Gurn Paramahamsa, noto in India sotto il nome di « Tigre » Mahatma, che fu a lui raccomandato da varie autorità di Bombay, nel viaggio che questi fece in Inghilterra. Il Müller riportò un' impressione profonda di questo Yogin, a cagione della sua energia eccezionale di volontà e della sua forza di carattere, tanto da ritenerlo un fachiro non comune.

Nel 1903 Mahatma visitò ancora l'Inghilterra e per molti giorni fu la meraviglia di tutti come « l'uomo che può lasciar fermare il cuore ». Egli fece anche degli allievi fra gli inglesi ed uno di questi appunto, T. C. Crawford, spiega così questo potere del suo maestro nello Yoga: Mahatma è un Yogin che ha sviluppato le sue facoltà mediante la pratica dell' Yoga (in fondo si può ritenere una specie di ginnastica, di *jiu-jitsu* spirituale) che consiste nell' « assoluto controllo delle vibrazioni della mente ». Il perfetto Yogin deve saper comandare alla sua mente in modo da pensare per due, tre, quattro ore a un solo soggetto, oppure a nulla. Yoga rischiara la mente e rafforza l' elemento divino nell' uomo. La mente comanda a tutto, l'universo essendo semplicemente una creazione della mente.

Il « Tigre » ha appunto ottenuto, mediante la sua mente, il controllo assoluto del suo corpo. Così, a quanto afferma il suo discepolo Crawford, egli ha il potere di arrestare per un periodo indefinito l'azione del cuore e quindi le sue pulsazioni, in maniera che nessun mezzo scientifico noto può scoprire sul suo corpo una traccia di vita. Quando vuole, Mahatma può rianimare il suo corpo. Questo esperimento è stato fatto una volta alla presenza del professore Müller, il quale ne parla appunto nel libro sopra citato e ritiene, che non vi sia pericolo alcuno nell'esperimento, da parte di questo straordinario fachiro. Mahatma spiega così ai suoi scolari questo straordinario potere: « L'anima rimane dentro un atomo del corpo coll' ultimo respiro, e in questo impercettibile posto rimane il centro della vita, che riprende a funzionare quando ne è comandata ».

Nel 1908 a Sandusky, nello stato dell'Ohio, miss Florence Gibson fu « ipnotizzata » dall' indiano dott. Kapparow (questo era sicuramente un pseudonimo, sotto il quale si celava un fachiro indiano), sotterrata viva a due metri di profondità e lasciata otto giorni sotto terra. Questo esperimento sensazionale, al quale si sottopose la Gibson, per assicurare una somma alla sua madre durante la vecchiaia, fu compiuto alla presenza di tremila persone nell'Opera House di quella città. La Gibson fu ipnotizzata dall' indiano, poscia fu deposta in una bara e seppellita, lasciando la cassa in comunicazione col mondo esterno, solo per mezzo di un tubo che permetteva di osservare il volto del soggetto in esperimento. L' ottavo giorno di permanenza sotterra, la bara fu tratta dalla fossa e miss Florence Gibson apparve in uno stato miserevole e spaventoso agli occhi dei medici e degli spettatori colà riuniti: il corpo era freddo e rigido, le labbra scolorite, le vesti erano pregne di umidità. Sembrava l' immagine della morte. L' indiano dovè faticare un' ora con i suoi esorcismi per richiamare la vita in quelle membra, che erano allo stato di vita latente e di morte apparente. Alla fine profondi singulti fecero sollevare il torace e gli occhi vitrei e atterriti si riaprirono. I medici constatarono, che il soggetto era enormemente spossato e riscontrarono un' irregolarità

nei movimenti respiratorî (respirazione periodica). Interpellata la Gibson, sulle sensazioni provate nella tomba, narrò di ricordare solamente quelle della sua risurrezione. Affermò, che se spaventoso è « morire », più spaventoso ancora è il « risuscitare ». Così ella si esprimeva: Ebbi il sentimento di cadere da un'altezza sconfinata e di venir trasportata da una cateratta. Tutti i miei muscoli erano tesi e sembravano presso a rompersi. Mi sembrava di essere smisuratamente cresciuta. Non rifarei quello che ho fatto per qualunque somma di danaro.

Per spiegare questi fenomeni del fachirismo, dobbiamo qui tenere presenti i caratteristici suicidi che avvengono in mezzo a tutti popoli orientali. Questi ripetono appunto la loro originalità nella fermezza della decisione, la quale più che un carattere è una fede e il più delle volte una suggestiva idea di oltre tomba. Tali sono appunto i suicidi strani e bizzarri degli indiani, il Karivat dei fachiri, l'autosezione linguale degli Annamiti, l'Hara-Kiri dei Giapponesi, ecc.

Un riscontro di questi fatti, nei popoli occidentali, si ha nei sacrifizi dei martiri cristiani: anche in questo caso la base è sempre il fattore religioso.

Fisiologicamente sappiamo quindi molto poco sul fenomeno del fachirismo. E ritengo perciò interessante riportare qui le regole seguìte da questi indiani per divenire dei fachiri perfetti, e che rilevo dal libro di Paul N. C. (*Treatise of the Yoga Philosophy*, by N. C. Paul. Benares, 1851, p. 62).

Non è riuscito possibile procurarmi questo raro scritto del Paul, l'unico il quale tratti un po' a fondo la questione del fachirismo; prendo queste regole dello Yoga, divulgate da questo autore, nella eccellente traduzione fattane in parte da W. Preyer (*Ueber die Erforschung des Lebens*. Jena, 1873, p. 56-60).

1. Frugalità nel mangiare: Mitâhâra. Molti fachiri digiunano durante il giorno e durante la notte prendono un pasto moderato. Tali individui si chiamano Naktabhog'in. Diventano magri, vincono le loro passioni per mezzo di una parca alimentazione.

2. Deve essere evitato sale di cucina. Molti fachiri non prendono mai sale per molti anni; lo ritengono estremamente dannoso. Sono proibiti cibi acidi, carne, pesce, vino, olio, senape, cipolle, aglio, carote, cibi piccanti e zenzero.

3. Il cibo principale consiste (secondo i Rshis) di riso, frumento, segala, mudga (*Phaseolus mungo*), latte, zucchero, miele, Ghṛta (burro liquefatto). Inoltre lo Yogin ama: una *Boerharia* (sia *diffusa alata*, ovvero *procumbens*: Punarnavâ), *Jussiaea repens* (Hilamok'ikâ), *Chenopodium album* (vâstuka), *Cassia sophora* (in bengalese: Kâlakâsundâ), *Amaranthus spinosus* (in bengalese: Kânṭhânatijâ), *Trichosantes dioica* (Paṭola). Un fachiro, che si lasciò seppellire vivo, visse esclusivamente di latte, che fra tutti gli alimenti è quello più stimato dagli Indù, per poter avere una vita lunga e sana.

4. Si deve bere solo poca acqua, per spegnere la sete. Gli Augharh, una setta dei fachiri Indù, bevono invece molti alcoolici.

5. Abitare in ambienti sotterranei con temperatura omogenea, specialmente in una guhâ, ovvero cella sotterranea con un ingresso stretto, che nell' ultimo gradino (Samâdhi) viene chiuso, da aiutanti, con argilla. Nessuna ventilazione, niente luce, nessun rumore.

6. Il giaciglio deve essere mantenuto caldo, fatto con Kuça (*Poa cynosurdides*), cotone, lana di pecora, pelli di cervo.

7. Non deve essere toccato alcun metallo.

8. Movimenti lenti, per diminuire la frequenza respiratoria. Riposare molto.

9. Voto del tacere: Maunavrata.

10. Meditare, specialmente sopra Om (Essere supremo).

11. Non rendersi colpevole di nessun atto di violenza ovvero di barbarie verso esseri viventi: Ahiṁsâ.

12. Non rubare: Asteja.

13. Essere veritiero: Satja.

14. Mantenersi casto: Brahmak' arja.

15. Non accettare regali: Aprati-graha.

(11–15:) Jama, ovvero gran voto della dominazione personale.

16. Essere pulito: Çauk' a.
17. Essere frugale: Saṁtosha.
18. Mortificare la carne: Tapasjâ.
19. Pregare silenziosamente: Svâdhjâja.
20. Approfondamento nell' Essere supremo: Içvarapranidhâna.

(16–20: Nijama, ovvero piccolo voto del dominio personale.)

11-20. Comprendono i due primi gradini del Râg' ajoga.

21. Il pronunziare, senza essere intesi la mistica parola: Om (Praṇara). Ciò è G'apa (preghiera mormorata). Un Daṇḍin (mendicante con una pertica) deve ripetere 12,000 volte Om giornalmente. Ugualmente, al frequente ripetere della sillaba Om, apporta sonno anche quello delle parole Soham, Bam, Lam, Ram, Yam, Ham. Lo Yogin deve ripetere tali sillabe senza farsi sentire 600 volte, ed anche 6000 volte, l'una dietro l'altra. Quindi la sillaba Dam ed altre 9 uguali anche 6000 volte. Dipoi altre 12 sillabe che finiscono in am. Inoltre 15 altre sillabe 6000 volte. Infine ugualmente senza essere inteso 2000 volte Haṁsa (una parola mistica di significato molto differente, fra gli altri « anima del mondo »).

22. Contare le perle (acini) della corona.

23. Rimanere tre ore nella posizione Siddhâsana: il calcagno sinistro viene messo sotto l'ano, quello destro al davanti dei genitali; nell'altra posizione Kamalâsana il piede sinistro sopra la coscia destra, il piede destro sopra la coscia sinistra. Contemporaneamente la mano destra tiene il dito grosso del piede destro, e la mano sinistra quello corrispondente del piede sinistro (ambedue le mani sono portate incrociate sopra il dorso). Il mento si fissa sopra la regione intraclavicolare. Ambedue queste Asana formano il terzo gradino del Râg' ajoga.

24. Rimanere verticali sul capo.

25. Le gambe vengono allungate, il mento sul petto, la fronte sulle ginocchia, le dita grosse dei piedi mantenute ferme nelle mani. Posizione: Paçk'imatâna.

26. Il calcagno destro viene portato sull' epigastrio: nell' Udjânabandha.

27. Inspirare di nuovo l' aria espirata: Prâṇâpâna Joga.

28. L'aria inspirata viene trattenuta il più a lungo possibile: Prâṇâjâma. I monaci bramini elemosinieri fanno questo esercizio giornalmente per diventare Yogins. Secondo i Ṛshis si debbono qui distinguere 5 stadî, gli ultimi 5 del Râg'a Joga. La pausa dopo una inspirazione, prima della ispirazione, deve durare:

nel Prâṇâjâma 324 secondi (trattenere il respiro);

nel Pratjâhârâ 648 secondi (la scomparsa dei sensi dal mondo sensoriale);

nel Dhrâraṇâ 1296 secondi (la direzione immobile dello spirito sopra un oggetto);

nel Dhjânâ 2592 secondi (il pensare);

nel Samâdhi 5184 secondi (l'approfondirsi).

In questi esercizi ogni inspirazione deve durare 12 secondi ed ogni espirazione 24 secondi.

29. Per tre mesi, 4 volte al giorno, per 48 minuti praticare il Jâmjâsana: inspirare per la narice sinistra, deglutire l'aria nello stomaco, sospendere la respirazione, quindi espirare per la narice sinistra. Quindi fare lo stesso esercizio invertendo di narice. Tutto si compie trattenendo sempre più a lungo l'espirazione e deglutendo sempre più aria.

30. Lo Yogin fa 24 incisioni nel frenulo della lingua, ogni ottavo giorno. Dopo ogni incisione stropiccia la lingua due volte al giorno, facendo lo stesso movimento come nella mungitura, con sostanze astringenti, oleose e salate. Ha allungato abbastanza la lingua, allora la ripiega indietro, ed impara a chiudere la glottide con la punta della lingua, che spinge indietro l'epiglottide. Contemporaneamente polmoni e stomaco vengono riempiti d'aria e chiusi i fori del corpo con turaccioli di cera e di cotone. Ciò è la Khek'arîmudrâ, che rende lo Yogin insensibile al calore e al freddo, al piacere e al dolore.

31. Espirare per il naso, dopo una profonda inspirazione, a bocca completamente aperta (sbadigliare), quindi inspirare per la bocca a denti chiusi producendo il suono çît, trattenere il respiro ed espirare per il naso: Çîtkâra-kumbhaka.

32. Respirare dapprima lentamente, poi sempre più velocemente sino a che non si suda: Bhramarî-kumbhaka.

33. Nella posizione Siddhâsana per mezzo della inspirazione produrre un rumore simile alla pioggia [(?) *forse simile al russare*], trattenere il respiro col mento sul petto, sino a che non viene uno svenimento, quindi espirare: Mûrk'hâ-kumbhaka.

34. Dopo alcune inspirazioni profonde inghiottire la lingua, trattenere il respiro, succhiare, inghiottire la saliva, per lo spazio di 2 ore: uno dei metodi per avere una idea di catalessi ovvero Dhâranâ.

35. Per interrompere l'attività dei sensi, deve lo Yogin per 10 minuti, nel Pratjâhâra, con il dito medio chiudere le orecchie, piegare alquanto lateralmente il capo e scambievolmente con un orecchio ascoltare i rumori dell'altro orecchio.

36. Lo sguardo viene diretto alla punta del naso, che deve essere fissata fermamente, ovvero al punto di unione fra le due sopracciglia sino a che gli occhi lagrimano: Trâṭaka. Ciò si deve praticare ogni giorno, sino a che, dopo 10 minuti di questo fissamento continuo dello sguardo, sparisce l'attività sensoriale. Nella Khek'arî-mudrâ lo sguardo viene fissato sopra un punto situato a 3 pollici avanti agli occhi.

Inoltre gli Haṭha-Yogins si esercitano con queste manovre:

37. Un nastro ripiegato, di filo fino, spesso 2 linee, largo 11 pollici, viene introdotto nelle narici e fatto uscire per la bocca. Questo viene scambievolmente eseguito traverso ambedue le narici: Netî.

38. Un nastro di lino inumidito di acqua, largo 3 pollici, lungo 15 braccia, viene inghiottito. Il lavaggio: Dhautî.

39. Viene iniettata acqua nell'ano e levata traverso lo stesso foro: Vastî.

40 Lo stomaco viene riempito di acqua e vuotato col vomito, il quale si produce per mezzo del fissamento della punta del naso (?).

41. Scambievole contrazione dei muscoli retti dall'addome, a dorso e ventre allungato (?).

N. C. Paul ha veduto spesse volte queste manovre, che fanno i fachiri. Nel suo libro ve ne sono descritte delle altre, ma hanno del fantastico, sembra poi che i fachiri combinino fra di loro questi vari 41 esercizi suddetti; però è da notare, che tutte queste regole non valgono per tutti i fachiri.

E questi individui, per raggiungere la perfezione nel fachirismo, si giovano prevalentemente dell'uno o dell'altro di questi espedienti, che sopra ho molto minutamente descritti.

Volendo tentare un raggruppamento ed una classifica di queste pratiche dello Yoga, paragonate con quanto si vede negli animali letargici, per mostrare appunto la stretta analogia che passa fra questi fenomeni di vita latente, si potrebbe avere l'unito schema:

1. Temperanza nel mangiare, assuefazione ai digiuni e alla sete, alimentazione a base di sostanze idrocarbonate e di latte, senza droghe. (Tutti gli animali letargici, prima di cadere in letargo, restano digiuni per un tempo molto lungo).

2. Lavaggio e pulizia delle cavità nasali, dello stomaco, dell'intestino retto. (Gli animali letargici cadono in letargo avendo quasi completamente libero lo stomaco e l'intestino).

3. Abitazione sotterranea calda, riposo sopra corpi cattivi conduttori del calore. (Quindi assuefazione al buio, alla temperatura mite, al silenzio completo, alla monotonia dell'ambiente: una vera tana da animale letargico).

4. Movimenti limitati per diminuire gli atti respiratorî e le pulsazioni cardiache, riposo continuo. (Assuefazione all'asfissia).

5. Meditazione, preghiera sotto voce, ripetere molte volte una stessa parola (mistica), contare gli acini di una corona da preghiera. (Ginnastica mentale e spirituale per aumentare sempre più la monotonia della sensazione. Fra i cattolici, i gesuiti compiono delle pratiche analoghe).

6. Rimanere per lunghi periodi di tempo immobili in una determinata posizione. (Fenomeni di catalessi). Pratiche ipnotiche; esempio: fissamento della punta del naso, del punto di unione delle sopracciglia.

7. Ginnastica respiratoria, in maniera che la respirazione viene sempre maggiormente limitata. Ingestione di aria. Occlusione dei fori naturali.

8. Incisioni al frenulo della lingua, in modo che questa rimane estremamente mobile e libera nei suoi movimenti, in questa maniera può rovesciarsi e addossare così l'epiglottide alla glottide.

Certo sarebbe cosa molto importante per la scienza il poter eseguire degli esperimenti sopra questi fakiri, per conoscere così, finalmente, non solo il modo come si produce questo speciale stato in questi uomini, ma anche per poter studiare i varî fenomeni vitali durante tutto il tempo, che questi uomini si trovano in uno stato così singolare: è desiderabile insomma, che sia eseguita una fisiologia del fakirismo, perchè possiamo spiegarci intimamente uno dei fenomeni più strani della vita umana, e che rimane ancora avvolto nel misticismo.

Io, da parte mia, non ho mancato di fare una inchiesta sopra questi fachiri, ma nulla ho potuto sapere di preciso in proposito. Ho incaricato anche il collega F. De Filippi di informarsi su questo argomento alla *Geographical Society* di Londra, ma anche egli nulla di certo ha potuto riferirmi. Così pure, nei viaggi da lui fatti nelle Indie, nulla ha potuto apprendere di positivo e scevro di critiche sopra i fachiri ed il fachirismo.

Tutti avranno visto sul palcoscenico degli individui, che si facevano trafiggere le proprie carni (negli arti, nella lingua, ecc., con aghi, con spilloni), i mangiatori di vetro, ecc. Ebbene, questi fenomeni hanno dei legami abbastanza stretti col fachirismo e gli individui in parola compiono questi stessi esercizi i quali, come abbiamo sopra visto, rientrano nelle pratiche che fanno gli yogins.

Per quanto riguarda la causa del prodursi di questo fenomeno speciale del fakirismo, io sono dello stesso parere del Brunelli, che raggruppa sotto questa forma di tabella (completata e modificata in parte da me) i fenomeni fisiologici, per i quali gli animali ci si mostrano per un tempo più o meno lungo, coi caratteri della vita latente:

Vita latente

1. Per segregazione dell'ambiente esterno mediante essiccamento o una modificazione dei tegmenti: (Protozoi, Rotiferi, Nematodi, Tardigradi).
2. Morte apparente. (Immobilità temporanea). Sotto l'azione di uno stimolo insolito o noto come avverso (istinto di difesa comune a molti organismi).
3. Per le condizioni fisiologiche dell'immobilità e della monotomia della sensazione.
    - Determinate da un'azione nervosa ereditaria in relazione con la vita nei nascondigli (letargo dei mammiferi).
    - Determinate da un'azione nervosa cosciente (*sonno letargico* dei fakiri).
4. Determinata da influenze intrinseche ed estrinseche *sonno letargico* degli eschimesi, dei contadini russi

Su questo punto poi ritornerò a parlare più partitamente nel capitolo finale, dove parlo della genesi del letargo, secondo le mie vedute.

Ed in questo luogo mi piace anche di parlare delle analogie, che passano fra sonno e letargo, tenendo ben lungi da me l'idea di parlare in modo speciale del sonno; io mi limiterò solo ad accennare ai possibili rapporti, che vi possono essere fra questi due fenomeni.

Scorrendo la letteratura riguardante questo argomento, abbiamo visto qua e là, come molti siano stati gli autori che hanno voluto trovare una stretta parentela fra sonno e letargo. Quello, secondo me, che meglio ha trattato questa questione è stato il Brunelli e, siccome le sue idee in proposito coincidono perfettamente colle mie, così mi piace di riportare lo schema della sua ipotesi sul letargo dei mammiferi, schema che è stato ricavato da Claparède sopra i lavori del Brunelli:

Instinct de l'approvisionnement et du refuge
- immobilité
- monotonie
- obscurité

sommeil ordinaire — lethargie.

(Ho messo *lethargie* al posto di *sommeil hibernal*, come si legge nella memoria di Claparède). Il quale schema viene ridotto poi così da Brunelli per molti eterotermi:

Istinto del rifugio .	immobilità monotonia oscurità	sonno ordinario — letargo.

(Ho scritto letargo, invece di sonno ibernale o estivo, come dice il Brunelli).

La tendenza al letargo quindi, secondo Brunelli, si sarebbe sviluppata in seguito alla riunione delle due condizioni, che accompagnano il sonno ordinario e che possono anche esserne la causa e cioè la immobilità e la monotonia delle sensazioni. In questo modo l'animale non si nasconde, perchè deve andare in letargo, ma al contrario è in letargo, perchè ha preso l'abitudine di nascondersi.

Nelle circostanze attuali le tappe della successione (secondo lo schema del Brunelli) sono abolite e l'animale cade immediatamente in letargo, senza che probabilmente l'immobilità e l'oscurità agiscano attualmente sull'addormentamento prima e sul letargo poi (indirettamente viene ad ammettere, che il letargo si avveri per un fenomeno ereditario e ciò viene in appoggio alla mia teoria sulla genesi del letargo e della quale poi terrò parola).

Difatti, questo letargo periodico, all' inizio deve essere da noi considerato, come un sonno quotidiano prolungato. Nel suo inizio il letargo è assolutamente identico al sonno ordinario (anzi Hall riteneva, che questo sonno, nei letargici, fosse completamente differente dal sonno comune degli altri animali). Si sa, difatti, che tutti i letargici, prima di passare nello stato di vero e proprio letargo, cominciano a dormire 8-10-18 ore consecutive, nel qual caso l'intensità del sonno non è molto grande. I periodi di sonno, in seguito, si vanno allungando mano a mano e il sonno per sè stesso va divenendo più profondo, il risveglio avviene ogni 2-3 giorni, l'animale, insomma, dal sonno ordinario va passando allo stato di letargo. Difatti, si va poi risvegliando ogni tre settimane, ogni mese, e si risveglia

solamente per qualche ora per emettere urine e feci, gli elementi, cioè, della sua autofagia e per espellere quel CO_2, che si è andato accumulando nel sangue e nei tessuti. Questi sono fatti, che hanno potuto constare tutti quelli che si sono occupati di letargo e di mammiferi letargici e fra questi autori mi piace di rammentare, fra gli antichi Römer e Schinz e fra i moderni Dubois, i quali osservarono nella marmotta, che dapprima cade nel sonno ordinario, che poi diviene sempre più continuo e profondo, sino a simulare la morte dell' animale.

Questi stessi fatti sono stati da me constatati, non solo nella marmotta, ma anche in altri letargici, come il riccio, il moscardino, il ghiro e il pipistrello. Tutti questi animali, quando si avvicina l' epoca della caduta in letargo, vanno allungando sempre più i periodi di sonno rispetto ai periodi di veglia: nelle altre epoche dell' anno, ciò non si avvera assolutamente.

Con ciò però io non voglio venire a sostenere che sonno e letargo siano due fenomeni assolutamente identici fra di loro: ambedue sono ritmici, però mentre il primo fa parte del ciclo vitale, che si esplica con la assimilazione e la disassimilazione, il secondo appartiene alla classe di quelli della vita latente.

Regnault e Reiset avevano visto che il $CO_2 : O_2$ diminuisce, durante il sonno ed il letargo.

Pettenkofer e Voit spiegano questo cambiamento con un maggiore fissamento di O_2 da parte del sangue, mentre Dubois ha dimostrato che ciò dipende da un maggiore fissamento di CO_2. Anche il ricercatore russo Sezellkow ha stabilito che il $CO_2 : O_2$ è notevolmente diminuito nell' animale in riposo. Da questo si conclude che il riposo e l' immobilità favoriscono l' accumulo del CO_2 nel sangue e contemporaneamente diminuiscono la sua eliminazione. Inoltre, l' aumento della produzione di CO_2 può essere il risultato dell' abbassamento di temperatura dell' animale, conseguente, quindi, ad una aumentata irradiazione, senza che vi sia produzione di lavoro, che, come sappiamo, è una delle cause dell' aumento del CO_2.

L' aumento della produzione di CO_2, in seguito all' ab-

bassamento della temperatura, è stato stabilito da Samson sugli animali domestici chiusi in gabbia, in stato di immobilità, e Dubois ha dimostrato che è verso + 10° C., precisamente alla temperatura ottima, nella quale comincia il letargo e alla quale temperatura meglio si mantiene; è a questo punto insomma, a + 10°, che la marmotta irradia maggiore quantità di calore.

Il riposo, dunque, e l' immobilità sono i due fattori che, favorendo l'accumulo del CO_2, facilitano anche il letargo. Quando i letargici vanno cadendo nel loro stato di letargo, rimangono immobili, come facciamo noi prima di addormentarci. Si può obbiettare a ciò, che l' uomo ed il cavallo dormono anche camminando, ma a questo si può rispondere, come osserva Dubois, che il sonno è più profondo quando si fermano, perchè in questa posizione l'eliminazione del CO_2 ritorna alla quantità normale, che si ha durante il sonno.

Dubois ripetè sulla marmotta una esperienza, che eseguita per la prima volta da Bernard sul cane, fu poi ampliata e rifatta da Bert sempre nello stesso animale. Facendo respirare un cane in un sacco di caoutchouc, pieno di ossigeno, la morte sopraggiungeva, quando il sacco conteneva dal 35 al 40 °/₀ di CO_2. In questo caso naturalmente non era la mancanza di O_2, che produceva la morte. Bert vide, che il sangue arterioso è ricchissimo in ossigeno sino alla morte, ne contiene ancora dal 10 al 12 °/₀, mentre il CO_2 si eleva alla cifra enorme di 110-120 °/₀ volumi di sangue.

I tessuti dell'animale contengono sino al 60 °/₀ del loro volume di acido carbonico, in luogo del 15 o 20 °/₀ che vi si ritrova normalmente. La temperatura si abbassa rapidamente. Le respirazioni diminuiscono talmente di numero da aversene solo una o due al minuto, mentre le pulsazioni si hanno anche qualche minuto dopo la sospensione della respirazione. La morte quindi non avrebbe luogo secondo Bert, per arresto del cuore, come riteneva Lovèn. Quando il sangue contiene da 80-90 °/₀ di CO_2, l'animale diviene insensibile, in questo momento la pressione cardiaca è molto forte, le pulsazioni sono numerose. Facendo respi-

rare il cane all'aria libera, si contorce e si risveglia, come un animale che si risvegli dal letargo. Bert perciò riteneva, che il letargo fosse causato dall'accumulo di CO_2 e specialmente poi, tenuto conto, che l'ossigeno ispirato non si ritrova nel CO_2 emesso, Bert spiega così l'aumento di peso, che talvolta si vede nelle marmotte in letargo, come già abbiamo accennato nel capitolo apposito (XIII).

Dubois potè addormentare la marmotta coll'acido carbonico emesso dall'animale, come se fosse stato spontaneamente ritenuto nell'organismo e provocò così il sonno naturale per autonarcosi carbonica sperimentale, ossia facendo respirare contemporaneamente all'animale l'ossigeno da un pallone di caoutchouc, dall'altro lato il CO_2 della respirazione, mescolato all'eccesso di ossigeno proveniente dalla espirazione. Con queste esperienze si permette all'animale di produrre da sè i miscugli di CO_2 e O_2 capaci di determinare: 1° il sonno; 2° l'anestesia; 3° la morte. È impossibile, con un altro metodo, andare a fissare la proporzione conveniente di CO_2 per produrre il sonno. Se uno va al disotto del punto voluto, l'animale rimane sveglio, se si passa, il soggetto si trova in presenza di un miscuglio di risveglio, che provoca l'acceleramento della respirazione, e, nel caso in cui l'azione di questo miscuglio è prolungata, si passa prima all'anestesia e poi alla morte. Dubois è stato capace di produrre il sonno, il letargo, facendo respirare all'animale dei miscugli di ossigeno e di acido carbonico, oppure di aria, ossigeno ed acido carbonico. Giunse a questi esperimenti sulla composizione dei miscugli, prendendo per base l'analisi del sangue della marmotta in letargo e facendo prima dei tentativi molto numerosi per giungere ai suoi risultati.

In questi ultimi tempi Salmon, basandosi esclusivamente sopra osservazioni cliniche di varie forme morbose, nelle quali si ha una alterazione dell'ipofisi, e sul fatto che la funzione dell'ipofisi è, secondo alcuni autori, strettamente legata alla mutazione degli elementi nervosi, avanzò l'ipotesi, del resto molto azzardata, che il sonno fisiologico sia « essenzialmente dovuto alla secrezione del lobo ghiandolare dell'ipofisi ».

Gemelli ritiene, e a ragione, che lo studio del lobo ghiandolare dell' ipofisi nelle marmotte, eseguita comparativamente durante il letargo, il risveglio e la stagione estiva, presenterebbe uno speciale interesse per risolvere l' ipotesi emessa dal Salmon, oltre a varie altre questioni di ordine anatomo-fisiologico, che io qui non accenno, perchè fuori luogo e non attinenti al mio lavoro.

Gemelli, difatti, per questo studio si servì di ipofisi di marmotte adulte (*Arctomys marmota Schreb.*) sacrificate nei tre periodi suddetti e giunse a queste importantissime conclusioni:

« 1° L' ipofisi delle marmotte segue la legge generale cui vanno soggetti gli altri organi durante il letargo e al risveglio primaverile.

« 2° La diminuzione delle cellule cianofile durante il letargo; la comparsa di numerose cariocinesi e l'aumento di cellule cianofile al risveglio primaverile ne danno modo di corroborare l' ipotesi che la funzione del lobo ghiandolare dell' ipofisi sia quella di cooperare con altre ghiandole a secrezione interna alla neutralizzazione delle tossine, conclusione alla quale ci conduce lo studio dei varî fatti enumerati più sopra e fornitici dall' istologia, dalla anatomia patologica e dalla fisiologia sperimentale.

« 3° La porzione anteriore del lobo ghiandolare dell' ipofisi non si può ritenere sia l' ipotetico centro del sonno fisiologico ».

Una delle conclusioni, riguardanti questo argomento, alle quali giunge in altro suo lavoro è questa: « Lo studio del comportamento della porzione anteriore del lobo ghiandolare dell' ipofisi nelle intossicazioni sperimentali e nel letargo invernale della marmotta fanno ritenere che quest' organo ha una funzione antitossica complementare di quella della tiroide e delle capsule surrenali ».

In base, quindi, a queste esperienze veramente fondamentali di Gemelli, dobbiamo concludere, che l' ipofisi o glandola pituitaria che chiamar si voglia, non è il centro del letargo, come avrebbe fatto ritenere il Salmon: la mia ipotesi, dunque, sulla fisiogenia di questo fenomeno, viene ad essere rinforzata da queste osservazioni.

Recentemente Claparède si è occupato di dare una teoria biologica del sonno, e, per quanto riguarda i rapporti, ossia le analogie fra questo e il letargo, ha espresso delle idee, molto simili a quelle, già emesse da me qualche anno prima. Difatti, queste sono le parole colle quali Claparède si va esprimendo in più punti per spiegare questo rapporto, questo legame: « Or, notre conception positive du sommeil journalier va nous permettre de jeter un pont entre ces deux classes de phénomènes si différents au premier abord ». Ed in un altro punto: « Nous établissons, au contraire, leur parenté en élevant le sommeil quotidien à la dignité d'un instinct ».

Io avevo espresso l'opinione che il letargo dei mammiferi sia un adattamento acquisito. Quantunque Claparède, per quanto riguarda le sue idee sul letargo, incorra qua e là in qualche inesattezza, come quella di far dipendere il letargo dall'abbassamento della temperatura ambiente, dalla mancanza di nutrimento, ecc., pur tuttavia spiega molto bene questa sua idea dell'istinto. Egli dice: « La léthargie des animaux présente, en effet, tous les caractères de l'instinct. C'est un acte global, manifestant une certaine souplesse, puisqu'il peut être reculé, même de plusieurs mois, suivant les circonstances ambiantes ».

Claparède, in un punto del suo lavoro, così esprimesi: « Les animaux hivernent lorsque la nature, que ce soit par suite du froid ou de la sécheresse, ne leur offre plus les aliments nécessaires. Certains d'entre eux, comme les ours bruns, ne dorment que lorsqu'ils manquent de nourriture ».

A parte che il letargo dell'orso bruno non deve considerarsi come tale, bensì come un assopimento, Claparède si ricrede immediatamente, per quanto riguarda l'influenza della mancanza di nutrimento, come causa del letargo e così parla chiaramente, sempre ribadendo la sua idea dell'istinto, come produttore del letargo.

« D'autres, chez lesquels cette fonction léthargique est plus profondément ancrée dans l'organisme, s'endorment *lorsque le moment habituel est venu*, même s'ils n'ont pas encore épuisé les provisions qu'ils avaient amassées (ainsi les marmottes) ».

Claparède crede, che dei fattori, di ordine esterno e di ordine interno, coadiuvino questo istinto del letargo. Ecco quanto dice riguardo ai fattori di ordine esterno: « Les facteurs qui déclenchent la léthargie sont évidemment à trouver parmi les circonstances qui accompagnent la raréfaction ou la disparition de la nourriture pour une espèce donnée: il peut s'agir soit de la perception même du manque de nourriture - par exemple, perception de branches dénudées, comme ce semble être le cas chez les chenilles d'Arnold Pictet (si ridestano dal letargo, quando un giorno caldo succede a un periodo freddo, per ispezionare a quale stato si trova la vegetazione e, se nessun bottone è ancora spuntato, ricadono di nuovo in letargo) - soit d'un *sentiment de non-rassasiement*, soit de certaines *circonstances atmosphériques* propres à la saison où commence le sommeil hibernal, et qui se sont, au cours des âges, assez étroitement soudées à l'acte de l'endormissement pour pouvoir le provoquer (si rien ne s'y oppose d'autre part): ainsi un certain abaissement (ou l'augmentation) de température, l'humidité (ou la sécheresse), peut-être certaines odeurs saisonnières, qui échappent à notre sens olfactif, mais qui jouent sans doute, chez les animaux, un rôle important comme agents de régulation de certaines de leurs activités. N'est-ce pas à des stimuli de ce genre qu'il conviendrait de rapporter divers faits mis sur le compte de la "notion du temps"? »

Riguardo all'influenza della temperatura, crede che « l'abaissement de la temperature agit comme excitant et non comme engourdissant. La différence est la même que .... entre la fatigue agissant comme *stimulus*, et l'épuisement agissant comme *paralysateur* ».

E, riguardo ai fattori di ordine interno, dice queste parole: « Enfin, comme c'est le cas pour les instincts en général, des *facteurs internes* coopèrent avec les facteurs externes au déclenchement de la léthargie hibernale. De même que la vue de la femelle ne provoque l'approche du mâle que dans la saison des amours, c'est-à dire lorsque l'organisme est mûr pour la reproduction, de même le froid ou tel autre agent externe ne produit le sommeil

hibernal que si l'animal est *mûr* pour cette fonction : c'est ce qui n'était évidemment pas le cas chez les ziesel (sorte d'écureils) qu'Horvath cherchait vainement à endormir en les refroidissant en plain été ».

Fra le cause interne, l'autore ascrive lo stato di nutrizione degli animali, l'essere insomma grassi al principio dell'inverno; questa adiposità sarebbe, secondo lui, in connessione molto stretta col letargo. Claparède, concludendo, paragona il letargo con l'istinto migratore degli uccelli, con queste belle parole che mi piace riportare testualmente : « Tout cela prouve suffisamment que le sommeil hibernal est une fonction, dont le mécanisme prochain est encore problématique, mais dont la signification biologique est évidente : c'est un instinct de prévoyance et de préservation, qu'il est légitime d'homologuer, comme nous l'avons fait, à l'instinct migrateur des oiseaux. Les causes prochaines du départ des oiseaux pour le Midi sont encore inconnues: elles sont peut-être en partie les mêmes que celles qui produisent le sommeil hibernal: refroidissement, humidité, odeurs saisonnières ou perception du défaut de nourriture ».

È un istinto quindi, secondo Claparède, anche il letargo nei mammiferi.

Riguardo poi a quei casi di letargo, che avvengono in periodi differenti dal normale, Claparède così si esprime: « On pourrait objecter que le sommeil des loirs de Forel n'a pas été dicté par l'intérêt momentané, puisque ces animaux étaient en captivité et n'avaient à craindre ni le froid, ni la disette. C'est vrai; mais nous sommes là en dehors des circonstances biologiques normales, puisque ces animaux étaient en captivité; c'étaient pour eux des circonstances nouvelles pour lesquelles ils n'étaient pas adaptés. Si j'ai insisté sur la souplesse de l'instinct, c'est pour le bien distinguer du phénomène physique et du reflexe brut; mais il va sans dire que cette souplesse n'est pas infinie; passées certaines limites, passée la marge de souplesse, la rigidité de l'instinct apparaît de nouveau. C'est pour parer à cette rigidité relative que s'est développée l'activité volontaire. ».

Per quanto riguarda i rapporti fra sonno, fachirismo e letargo, io non ho che a riportarmi alle belle conclusioni che trae Brunelli da uno dei suoi importantissimi lavori: « Che gli stessi stimoli immediati agiscono nell'assopimento letargico e nel sonno dei fakiri, che essi hanno uno stesso significato nel senso che sono gli stimoli stessi che, nella lotta per l'esistenza, hanno determinato il sonno quotidiano. Ponendomi dal punto di vista della evoluzione, io sostengo che il sonno è un fenomeno di adattamento, che si è svolto nella lotta per l'esistenza.

« Da una parte l'immobilità è a base di questo fenomeno ed essa si manifesta appunto nella sua origine come un mezzo di difesa durante la notte, e in una proviene dall'impossibilità o dall'inopportunità della ricerca del nutrimento, dall'altra la monotonia della sensazione che proviene dall'ambiente limitato e che perciò è legata all'immobilità stessa.

« È questo insieme di fatti, che tento ricondurre sotto la istessa luce dei fenomeni della evoluzione che mi fa sperare che questo mio tentativo di una dottrina fisiogenetica del sonno trovi, particolarmente tra i biologi, campo alla discussione ». — Come si è visto lungo lo svolgersi di questo lavoro, tutti gli animali letargici, almeno quelli europei, nello stato di veglia sono attivissimi. Può essere cosa molto probabile che questa loro iperattività, in un'epoca molto remota da noi, abbia condotto ad un tale esaurimento, il quale può essere stato la causa stessa del letargo, che si può dire sia stata l'àncora di salvezza per questi animali per rimanere vincitori nella lotta per l'esistenza, affinchè le loro razze non andassero perdute. Questi animali, insomma, così estremamente attivi, per salvare la loro esistenza, forse a mezzo di un fenomeno di ordine inibitorio, strettamente assimilatorio quindi, sono caduti nello stato di letargo.

Questo stesso fenomeno inibitorio sarebbe, secondo Claparède, la causa del sonno giornaliero, e quanto ora io ho sopra esposto, è solo *in parte* una applicazione al fenomeno letargo delle idee di Claparède sul sonno; da parte mia credo di aver completato, quanto era stato appena accennato qua e là da Claparède, e talvolta con qualche contradizione fra una premessa ed una conclusione.

CAPITOLO XIX.

Sulla filogenesi e sul significato biologico del letargo nei mammiferi.

Ed ora che sono giunto alla fine di questo lavoro, nel quale ho parlato, più partitamente che mi è stato possibile, della costituzione e delle funzioni degli animali letargici, cercherò di ripassare rapidamente, su quanto ho già detto per poterne trarre un concetto esatto e dare una spiegazione precisa sulle origini del letargo nei mammiferi.

Bisogna tener conto, però, che in questa rassegna che andrò facendo di tutti i fatti e le opinioni citate, io mi atterrò solo alle linee generali, considerando naturalmente le eccezioni, ma senza dar loro grande importanza e senza erigerle a regole.

Bisogna tener presente, che non tutti gli animali letargici si comportano ugualmente, e a questo proposito mi piace di riportare, quanto giustamente osservava Mangili a proposito del letargo nei ghiri: « Le successive osservazioni rapporto al ghiro mi hanno dato presso a poco gli stessi risultati di quelli che ho sinora esposto; dico presso a poco, giacchè anche dal complesso delle osservazioni citate si rilevano delle curiose anomalie, delle quali sarebbe difficile cosa il voler dare un'adeguata spiegazione ».

Quanto giustamente è stato osservato da Mangili per il ghiro, si può ripetere per tutti gli altri letargici, dove le eccezioni, le anomalie sono moltissime.

Fino dai primi tempi, che io mi andai occupando del letargo nei mammiferi, io mi formai un concetto sulla origine di questo, che poi spiegai nella mia memoria: « Sulle variazioni del peso nelle marmotte in letargo ».

Questo è, quanto scrissi io allora: « Secondo me, questo stato speciale dell'organismo di molti animali si deve ritenere come una forma di passaggio, di adattamento, che si è andato sviluppando in un interminabile periodo di tempo. In altre parole: il periodo così detto glaciale nell'Europa nord e media, nel corso di molte migliaia di anni

ha prodotto dei profondi mutamenti nell'organizzazione di molti e molti animali, che nel periodo anteriore pliocenico, estremamente caldo, si trovavano in continua attività e furono costretti a divenire animali periodici letargici ».

Per giungere ora ad una conclusione sulla genesi del letargo reputo necessario vagliare tutte quelle cause di ordine fisico-chimico, che agiscono su questi animali e metterle in rapporto coi fenomeni, che questi presentano prima, durante e dopo il periodo letargico.

Parliamo innanzi tutto della influenza, che esercita la temperatura sulla genesi del letargo.

Nel capitolo, dove abbiamo esposto le opinioni dei varî autori sulle cause del letargo, è stato visto, quale parte importante da quasi tutti gli autori sia stata ascritta al fattore temperatura sulla produzione del letargo, nè io starò qui a ripeterle, perchè sarebbe una cosa inutile.

T ———————————— T
Θ —— —— — ——— — Θ
t ——— ——— - — t

Io ritengo, che il fenomeno letargo si esplichi ad un *optimum* di temperatura, che designo con Θ; T è il massimo di temperatura del fenomeno e t il minimo. Oltrepassati questi due limiti, il fenomeno non può assolutamente più avere luogo.

Fatta la media di tutte le osservazioni eseguite dai varî autori e da me, ho visto, che Θ corrisponde ad una temperatura di 10°-12°; T ad una di 16°-20° e t ad una temperatura di 5°-6°.

Naturalmente si ha l'ottimo del letargo (ossia per quanto riguarda la profondità, la perdita di peso, ecc.) quando l'animale si trova ad una temperatura Θ, o in quelle immediatamente vicine a questa.

La temperatura però non è la causa del letargo, perchè altrimenti, se questa veramente fosse, tutte le volte che il letargico si trova ad una tale temperatura Θ, dovrebbe sempre cadere in letargo, ciò che in realtà non è.

Però, quando questi letargici si trovano in quel dato periodo, nel quale debbono cadere normalmente in letargo e del quale parleremo poi appresso, allora una temperatura compresa fra T e t, può mandarli in letargo più facilmente, perchè, secondo me, in generale i letargici sono incapaci di resistere a basse e ad alte temperature, hanno una debole resistenza del coefficiente termogenetico, quindi son costretti a cadere in letargo per salvarsi da una istolisi troppo rapida, e consecutivamente dalla morte.

Una temperatura Θ poi fa sì, che il fenomeno si esplichi nella maniera migliore possibile.

Il fattore temperatura viene poi facilitato nella sua azione in quei dati e determinati periodi dell'anno da uno dei fatti cardinali, che richiamò l'attenzione di tutti gli osservatori, che si occuparono dell'argomento, ed è la grande *labilità* di temperatura, presentata dagli animali letargici e della quale ci siamo occupati molto diffusamente nel capitolo, dove abbiamo trattato della temperatura di questi animali (capitolo XII).

Per quanto riguarda appunto questa grande labilità della temperatura, che in questi animali, durante il periodo letargico, si avvicina a quella dell'ambiente, si potrebbe concludere, che il letargico non sia altro, che un riavvicinamento, un passaggio, per meglio dire, di un animale a sangue caldo, nello stato di un animale a sangue freddo. Però si deve osservare che, per quanto riguarda le variazioni della temperatura, gli animali a sangue freddo, mantenendo allo stato di veglia quasi la temperatura dell'ambiente nel quale vivono, compiono tutte le funzioni (alimentazione, riproduzione, ecc.), mentre un mammifero letargico, quando ha la temperatura del suo corpo uguale a quella dell'ambiente, nel quale vive in letargo (nella tana, come abbiamo visto, si ha una temperatura media di 15° C.), presenta solo le funzioni della vita vegetativa, quantunque molto limitate (circolazione, respirazione, ecc.), mentre tutte le altre sono ridotte quasi a nulla.

I letargici sono animali periodici al massimo grado.

Dubois ha visto, ed io ho potuto confermare ciò in una marmotta, che, messa in una stufa, ha delle oscillazioni

giornaliere di temperatura, che non si ritrovano assolutamente in un altro mammifero.

È questa grande labilità di temperatura, che fa cadere spesse volte in letargo, anche per brevissimo tempo, molti e molti letargici al di fuori del periodo, nel quale vi cadono normalmente.

È, certamente, in base a questa proprietà, che Mangili riteneva il moscardino, fra i mammiferi letargici, quello che era più profondamente letargico di tutti. Difatti, così si esprime in un punto della sua memoria:

« Dirò solo che assai volte nei due mesi di maggio e di giugno mi è avvenuto di vedere l' ultimo moscardino che mi era rimasto, quasi ogni mattina in uno stato letargico, ancorchè la temperatura fosse talvolta di 15 e più gradi. In tale stato dava 3-4 segni di respirazione dopo 1' di riposo, talvolta di più, tal'altra di meno; cosicchè questa specie mi sembra che tra i mammiferi sia quella che più inclini al sonno letargico ». E, per questa sua prerogativa, il moscardino « abbisogna per più minuti della più frequente e viva respirazione per munirsi del necessario calore valevole a mettere in giuoco tutte le molle del suo corpo ».

Un altro fatto da stabilire è, se nei letargici, durante il letargo, quando si risvegliano, questo risveglio sia dipendente dalla temperatura ambiente.

Esaminando le tabelle, da noi ottenute dalle tre marmotte, nelle quali determinammo la perdita di peso durante il letargo, si vede, che durante tutto il periodo letargico questi animali si sono risvegliati, quasi ogni 10-15 giorni solo per defecare ed urinare: la temperatura esterna, o alta, o bassa che sia stata, era assolutamente estranea al fenomeno. Solo alla fine di marzo, quando la temperatura esterna è cominciata a risalire al disopra dei 15°, le marmotte sono rimaste saltuariamente in letargo, fino a che poi si sono completamente risvegliate.

È una bassa temperatura, come talvolta una estate molto secca, che spinge l'animale letargico a cercarsi un nascondiglio, a mettere insomma in azione tutti quei meccanismi nervosi incoscienti per difendersi da queste cause nocive,

però, secondo me, non sono affatto la causa prima del letargo, sono solamente dei fattori concomitanti per rendere il fenomeno più completo e null'altro.

Per quanto riguarda l'influenza della schiavitù sul letargo, Mangili ammette, che qualche volta, come potè vedere in un ghiro, la schiavitù portò al letargo in epoca differente, da quella nella quale comunemente vi si trovano.

« Aggiungerò solo che al sopravvenire della buona stagione, fattasi la temperatura piuttosto calda, cioè di quindici, sedici gradi, collocai il mio ghiro entro un vaso grande, di creta, forato sul fondo, affinchè l'aria potesse passarvi liberamente. Sul fondo di esso disposi un mazzetto di fieno, ed in un canto lasciai cadere alcune castagne e due o tre noci, affinchè potesse alimentarsi a suo piacimento. Ma cosa avvenne? Con mia grande sorpresa, dopo aver tentato il ghiro ogni via per fuggirsene, nè trovando di poter conseguire il suo intento ricusò di mangiare la più picciola cosa in quello stato di perfetta schiavitù, abbandonandosi invece di nuovo al sonno letargico ».

Non posso convenire in ciò col grande Mangili. Non è stata la schiavitù, che ha fatto cadere in letargo il ghiro. Questo animale non aveva compiuto il suo letargo durante la stagione invernale, e siccome un certo periodo dell'anno doveva passarlo in tale stato, così, al pari del ghiro di Forel, quello stesso animale, al sopraggiungere della buona stagione, è passato in completo letargo.

Possiamo solamente ammettere, che la schiavitù ha portato ad una trasposizione di tempo nella produzione del fenomeno del letargo ed a null'altro.

Pensiamo quale influenza talvolta funesta, sempre anormalissima per un animale, deve essere quella di passare dallo stato libero allo stato di schiavitù. Cambiamento di alimentazione, di abitudini (riposo quasi completo, con movimento limitato in spazio ristretto) e così tanti altri fattori conducono a delle profonde variazioni nell'organismo di un animale qualunque, e tanto più possono portare delle variazioni profonde nel più grande fenomeno, che ci presentano i letargici, anzi nella loro caratteristica essenziale, nel letargo.

Anzi, io ritengo che, fra i tanti fenomeni che noi andiamo studiando negli animali, durante lo stato letargico, quando sono in prigionia, una gran parte sono differenti, da quelli che si manifestano in questi stessi animali, quando sono allo stato libero.

Del resto, io sono convinto, che la condizione di prigionia, nella quale generalmente si deve studiare il fenomeno letargo, è di impedimento alla constatazione completa di qualche particolarità a noi ignota e che si potrebbe vedere, se fosse possibile lo studiare il letargo negli animali liberi; io credo, anzi, che in tal caso ci sarebbe molto da aggiungere, a quanto finora si è detto sugli usi e costumi degli animali letargici. È ancora da compilare una fisiologia etologica degli animali letargici.

Parlando della influenza della tana, del nascondiglio sul letargo, non intendo parlare di quella influenza che, secondo alcuni autori, esplicherebbe sul sonno quell' aria confinata, che si ritrova in questi luoghi. Quale influenza può spiegare sopra un letargico uno spazio confinato, quando la sua respirazione è nulla o quasi? Io intendo parlare qui solo della influenza, che possono avere questi luoghi sui letargici, questi ambienti cioè dove possono trovare quella quiete, quell'ambiente monotono, che faciliti, agevoli il fenomeno del letargo, specialmente la caduta in tale stato.

Bert annette una certa importanza all'aria confinata delle tane, ma la marmotta cade in letargo anche in piena aria, ciò però non toglie, che Dubois le abbia potute addormentare in piena estate coll'aria confinata. Forse le tane avranno potuto agire per atavismo, per abitudine, sulle funzioni delle marmotte, perchè, tenendole allo stato domestico, si finisce per far perdere questa abitudine alle marmotte. Non bisogna poi dimenticare che i ghiri, i moscardini e i pipistrelli, più specialmente questi ultimi, i quali cadono in letargo, quasi sempre in enormi caverne, non hanno bisogno dell'aria confinata per cadere in letargo.

Il nascondiglio, la tana, il luogo remoto (appartato da ogni rumore), sono condizioni indispensabili, perchè i letargici possano cadere in letargo, e in tale stato possano rimanere per tutto il periodo ciclicamente stabilito.

Questi fattori sono assolutamente indispensabili, perchè il letargo si inizi e si prosegua nel miglior modo possibile. Difatti è *conditio sine qua non*, non solo per salvaguardare l'animale letargico da ogni possibile stimolo sensoriale, bensì anche da tutte le influenze atmosferiche, che possono turbare più o meno l'andamento del letargo (temperatura, umidità atmosferica, vento). E poi il nascondiglio è necessario, perchè l' animale, che deve cadere in letargo, trovi quell'ambiente monotono, che tanto lo facilita, ma non lo determina. Difatti, che io mi sappia, non è riportato alcun caso nella letteratura del letargo, che un animale letargico, messo in una tana, in epoca diversa da quella nella quale cade normalmente in letargo, sia caduto in tale stato.

Fra gli animali letargici, ve ne sono di quelli che vivono a tutte le altitudini: le marmotte nelle alte montagne, i ghiri nelle foreste a varie altezze, i criceti, gli spermofili nelle praterie, anche a pochi metri sopra il livello del mare. Tutti questi animali però, quantunque vivano a varie altezze, pure si trovano quasi sempre isolati, stanno in luoghi remoti, lontani assolutamente dai rumori, anche in periodi di veglia. Sono animali dunque, che, per la loro qualità di letargici, hanno bisogno di vivere nella massima quiete, perchè si esplichino, il più normalmente che è possibile, le funzioni del loro organismo. Si può concludere quindi che, anche nello stato di veglia, vanno in cerca delle impressioni monotone; e ciò avviene, tanto se questi animali sono diurni, tanto più, poi, se sono notturni. Tutti i letargici, ad eccezione almeno di quanto sappiamo sul tanreck, sono animali svelti e veloci; queste qualità sono loro necessarie per sfuggire a tutti i rumori e per vivere in un ambiente quieto, quanto più è possibile.

Molti di questi letargici, p. es., le marmotte, i moscardini, i ghiri, vivono in società, forse per difendersi dalle insidie esterne, dagli altri animali, che loro danno caccia.

Concludendo, però, anche se questi vivono in società più o meno numerose, tutti indistintamente hanno tendenza ad esaurirsi facilmente; infatti si stancano molto presto e cercano sempre di riposarsi e di dormire. Così pure

hanno una speciale tendenza alla immobilità, alla concentrazione, all'ipnotismo e quindi al letargo.

Che la mancanza di nutrimento sia la causa della caduta in letargo di questi animali, è cosa, della quale ho già parlato a lungo nel capitolo sugli usi e costumi. Qui non si farebbe altro che ripetere, quanto sopra è stato detto. Dirò solo, che la mancanza di nutrimento non è la causa, che fa cadere in letargo questi mammiferi, perchè se a questi animali viene sottratto il nutrimento, in un periodo nel quale normalmente non debbono cadere in letargo, muoiono di fame in istato di veglia completa, come un altro mammifero qualunque. Mentre invece, come è stato visto diffusamente sopra, quando si trovano in quel periodo, nel quale debbono cadere in letargo, possono essere circondati anche da grandi quantità di nutrimento e purtuttavia non mangiano e non rimangono svegli.

Gli animali letargici non sono quei digiunanti, così bene descritti e studiati per la prima volta da Chossat. È vero, che gli animali letargici vanno continuamente dimagrando e possono vivere a lungo dei mesi in istato di letargo senza prendere nutrimento alcuno, ma il ricambio materiale, in un animale in letargo, è 40 o 50 volte minore che non in un animale non letargico, in istato di veglia. Quindi, il letargo è una cosa, che va molto ben distinta dal digiuno.

Tutti gli animali, nascendo, portano con sè una quantità di energia iniziale, che hanno avuto dai loro ascendenti: questa quantità di energia viene completata, durante l'allattamento, dalla madre. Giunto l'organismo al suo pieno sviluppo, l'energia si va accumulando sempre, sia a mezzo dell'azione diretta dei raggi solari, sia coll'azione indiretta di questi raggi, per mezzo dei materiali alimentari, che introduce l'animale. Parte di questa energia viene esitata con i movimenti, che vengono compiuti dall'animale e parte viene immagazzinata sotto forma di riserve fisiologiche. Queste riserve sono tanto più grandi negli animali letargici, che devono vivere almeno per sei mesi dell'anno senza prendere nutrimento alcuno.

È indispensabile, che l'animale letargico abbia una

certa riserva di grasso per poter mantenere la propria vita durante il periodo di letargo, però non è necessario, che l'animale abbia grande provvista di grasso per iniziare questo.

È cosa ormai nota e risaputa, che tutti i letargici, in previsione del lungo periodo nel quale devono rimanere in completa astinenza, sono dei grandi divoratori; forse più di tutti gli altri rosicanti non letargici, la loro assimilazione è vivissima. Difatti questi animali, nel periodo nel quale cadono in letargo, sono tutti grassissimi.

Horvath, come abbiamo già visto, aveva osservato nei suoi spermofili che, tutti quelli che iniziavano il loro letargo in istato di magrezza, morivano dopo breve periodo di tempo in pieno letargo.

L'accumolo di grasso nell'organismo quindi, secondo me, non fa altro che facilitare il proseguimento del letargo nella maniera la più normale e completa. Non è però la causa vera del letargo, perchè, come abbiamo visto, animali molto magri e senza grandi provviste di grasso cadono ugualmente in letargo. Il proseguimento più o meno lungo di questo però, non dipende, almeno per quanto è compatibile colla vita, dalla maggiore o minore quantità di grasso, di cui è fornito il loro corpo. E che il grasso, poi, sia non la causa efficiente della caduta in letargo, ma solo un fattore che la favorisce e che contribuisce a mantenere l'animale in questo stato, abbiamo già visto; però, non si deve ritenere che, se ne facilita la durata, sia indispensabile al proseguimento completo di questa, perchè è stato già notato da molti e molti autori, che all'epoca del risveglio, molti letargici hanno ancora copiosa quantità di grasso, che permetterebbe loro di continuare in questo stato, se però il ciclo di questo non fosse compiuto, e perciò non fosse giunto il tempo fissato pel risveglio.

Sinora dunque abbiamo osservato, che tutti questi fattori, se possono favorire il letargo, non ne sono la causa, la quale, secondo me, deve ricercarsi nell'animale stesso. Il letargico potrebbe sfuggire a tutte le cause estrinseche che lo investono (temperatura, mancanza di nutrimento, ecc.),

ma non lo fa, rimane assolutamente immobile: solo si mette in condizioni tali da poter proseguire nello stato letargico il maggiore periodo di tempo, che gli è possibile e nella migliore maniera difensiva.

Invece di sfuggire dunque, è il letargico stesso, che va a cercare tutte le condizioni per poter cadere in letargo, guidato quasi da una forza irresistibile. È un ricordo atavico, che induce questi animali ad andare in letargo; è una qualità tutta propria del loro organismo, un adattamento speciale del loro sistema nervoso.

Scorrendo la letteratura, abbiamo notato, che il letargo può avvenire in tutti i periodi dell' anno, non dobbiamo quindi parlare di letargo invernale o letargo estivo, bensì di solo letargo periodico.

Difatti il letargico, quando vi siano condizioni favorevoli intrinseche ed estrinseche, può cadere in letargo in tutti i periodi dell' anno, ma durante l' anno vi deve assolutamente cadere una volta, sia pure per breve tempo. I letargici appartengono a quel gruppo di animali, che hanno il fenomeno della ritmicità di tutte le funzioni della vita più di tutti gli altri animali. Difatti, come questi, ci presentano un periodo giornaliero di attività e di riposo e ci presentano poi un grande periodo annuale ugualmente di riposo e di attività, di veglia, cioè, e di letargo, che non si riscontra negli altri animali mammiferi.

Premesso dunque che l'animale letargico non può sottrarsi alla caduta in letargo, occorre renderci ragione, per quale processo intimo si inizi questa caduta in tale stato. Secondo me, bisognerebbe ricercare la causa principale della caduta in letargo dell' animale nel suo sistema nervoso centrale in via primaria e, secondariamente, in tutti gli altri suoi tessuti.

Anche gli stessi preparativi che fa l'animale prima di cadere in letargo ci stanno a dimostrare, che questo è un atto impulsivo, oppure un atto volitivo. Ad eccezione dei pipistrelli, difatti, che non hanno un nascondiglio speciale, e proprio all'uso per cui se ne servono, tutti gli altri letargici, prima di cadere in letargo, preparano il loro nido, la loro tana. Hanno insomma un presentimento di dover andare in

letargo e si vogliono mettere in condizioni tali da rimanere in tale stato il più tranquillamente possibile, senza essere molestati e senza correre pericolo di morire. Un letargico non cade in letargo in un luogo qualunque, per lo meno trova sempre un ambiente riparato, sempre cercando, che questo possa proteggerlo, il più che è possibile, contro gli agenti esterni.

Il letargico poi, quando si trovi in condizioni di temperatura mite (cioè in un dolce tepore), mi si permetta la parola, che non subisce cambiamenti, si può dire, che non sentendo più gli stimoli della fame, cede a questa forza impulsiva, che parte dal sistema nervoso centrale non solamente, ma anche da tutti gli altri suoi tessuti in via secondaria, in quel dato periodo dell'anno, e cade in letargo. Possiamo liberamente ritenere con Liebéault e con Forel, che la caduta in letargo possa venir determinata da un vero e proprio fenomeno d'ipnotismo.

Difatti basta pensare, non solo a quanto è stato osservato dai suddetti autori, ma a ciò che fu visto da Verworn sulla ipnosi degli animali, e da altri autori sull'ipnotismo nell'uomo, per convincerci che quanto da me viene qui espresso è, più che probabile, sicuro.

Si deve ritenere che tutte le variazioni fisico-chimiche che si trovano e si riscontrano nell'organismo degli animali letargici non fanno che facilitare, coadiuvare il letargo, ma da loro stesse solamente sarebbero incapaci di far cadere in letargo l'animale. Non sono insomma la causa determinante, bensì debbono ritenersi come consecutive a quella forza, che conduce l'animale a compiere il suo periodo ciclico. Io non sto qui a riparlare delle particolarità anatomiche e delle variazioni fisico-chimiche che si manifestano negli animali durante lo stato di letargo, perchè ne ho già parlato nei capitoli appositi; qui mi contento di averle accennate solamente.

Fra le cause, che favoriscono il letargo, dobbiamo notare che tutti i letargici hanno molto CO_2 nel sangue, il quale dà, come ha bene visto Dubois, tendenza alla sonnolenza, alla ipotermia, specialmente quando si abbassa la temperatura esterna.

Un' altra causa deve essere sicuramente ricercata nella povertà in acqua di tutti i tessuti e ciò ha una analogia con quanto ha visto Anton von Leeuwenhoeck negli infusorî. Questo grande scienziato scoprì che, tenuti a secco questi animali per cinque mesi, sembravano assolutamente morti, appena però venivano bagnati, ritornavano di nuovo in vita e non si distinguevano dagli altri normali.

Leeuwenhoeck riteneva che una membrana impermeabile li salvasse dal disseccamento, ma ricerche posteriori hanno dimostrato, che avviene un vero e proprio raggrinzamento di tutto il protoplasma e che, quando si vadano a bagnare, come si vede bene al microscopio, si rigonfiano di nuovo. Di questo interessante fenomeno si occupò poi molto partitamente anche il nostro Spallanzani e vi fece delle osservazioni rimaste veramente classiche. Anche molti vermi nematodi, per esempio l'*anguillula tritici*, possono rimanere per molti anni disseccati; come ha constatato il loro scopritore John E. Needham, possono non avere movimento alcuno, essere insomma come morti, appena però si vadano a bagnare, rivivono di nuovo.

H. Baker vide delle anguillule, che aveva ricevuto nel 1744 da Needham, rivivere di nuovo, nel 1771, appena venivano bagnate.

Del resto, senza riportare esempi così clamorosi, basta pensare a quei semi di segala, che contengono queste anguillule, completamente disseccate e che, appena vengono posti nel terreno bagnato, le lasciano rivivere di nuovo, cosicchè esse depositano una grande quantità di uova, che riempiono completamente tutto il seme. Se guardiamo poi a quanto succede nel regno vegetale, vi troviamo degli esempi anche più meravigliosi. Nei libri di fisiologia vegetale si trova scritto, come dei semi di segala siano stati capaci di germinare anche dopo 150 anni; alcuni autori sostengono persino, che semi di questo genere, trovati nelle tombe di mummie egiziane, siano stati poi capaci di germinare.

W. Kochs tenne dei semi di diverse piante per due mesi continui nel vuoto, lasciandoli disseccare in presenza di anidride fosforica; questi semi non avevano traccia di

ricambio materiale, perchè, ricercando CO_2, allo spettroscopio non se ne trovava assolutamente traccia, eppure, appena seminati, germogliarono immediatamente.

Le lumache poi, per un processo analogo di disseccamento, cadono in letargo e riescono all'aperto, appena cadono le prime pioggie.

Però, sia il CO_2, come il disseccamento, da soli non sono le vere cause determinanti del letargo, lo favoriscono e null'altro compiono.

Lo stesso fatto del risveglio dal letargo ci porta a ritenere, che questo sia un fenomeno che si compie ciclicamente.

Tutti credono, che gli animali letargici escano dalle loro tane, perchè sopraggiunge la buona stagione. Ma, io faccio osservare, che le condizioni di una tana, nei rapporti con l'ambiente esterno sono sempre uguali: varia solo la pressione barometrica, del resto l'umidità, la temperatura, ecc., si conservano sempre omogenee in qualunque periodo dell'anno. In queste condizioni, come può un animale letargico *sentire* che è sopraggiunta la buona stagione e che può uscire per nutrirsi? Io ritengo piuttosto che, essendo compiuto il ciclo del suo letargo, l'animale esce all'esterno, condottovi da un istinto o da una forza impulsiva, come sopra ho accennato.

Del sopraggiungere della buona stagione potranno averne conto quei letargici, che sono quasi all'aperto, ma gli altri assolutamente no. E poi dobbiamo pensare anche ad un fatto già accennato, cioè che un letargico, che sta in una tana, ancora non ha esaurito tutte le riserve del suo organismo, delle quali può disporre per la vita (come è stato visto dalle analisi chimiche riportate, degli animali alla fine del letargo) e potrebbe rimanere ancora lungo tempo in istato di letargo senza morire. Ma ciò però non avviene: anche con tutte le abbondanti riserve delle quali dispone, l'animale interrompe il suo letargo ed esce all'aperto.

Noi possiamo ritenere il letargo come un ritorno ad uno stato primitivo embriologico. La stessa posizione a palla presa dagli animali letargici, ci sta a rammentare quella

che avevano nell' utero materno; difatti gli animali letargici non stanno mai riposati sul dorso.

Osserviamo inoltre, che i mammiferi neonati non posseggono la proprietà di mantenere costante la temperatura del loro corpo, come possono fare, invece, quando siano più evoluti, bensì si avvicinano sempre alla temperatura dell' ambiente. I letargici, come abbiamo già visto, quando siano allo stato di veglia, non possono ascriversi nè agli animali omeotermi, perchè hanno dei grandi sbalzi di temperatura, nè agli animali poichilotermi, perchè non abbassano mai la propria temperatura a livello di quella dell'ambiente, come è il caso di questi.

Altra analogia fra gli animali letargici e i neonati si è che questi, rispetto ad individui più adulti, passano nel sonno un grande periodo della loro giornata.

Non intendo con questo paragonare il sonno col letargo, ma dobbiamo anche pensare, come è stato visto nel capitolo apposito, che un letargico, prima di cadere nel definitivo stato di letargo, passa in un sonno profondo molta parte della giornata.

Anche un' altra analogia si riscontra fra un letargico ed un neonato, e cioè che questo utilizza tutto il cibo che introduce nel suo organismo e poco ne viene ad essere eliminato, appunto come nel letargo, dove la distruzione del grasso accumulato può mantenere in vita l' animale, senza che avvenga una grande eliminazione di materiale all' infuori del corpo del medesimo.

Concludendo, dobbiamo convenire, che il letargo è uno dei fenomeni più meravigliosi, che si vedano in natura e si capisce, come abbia attratto e meravigliato le menti dei ricercatori antichi e moderni.

Il pensare che un animale possa seguitare a vivere per sei mesi, senza prendere nutrimento alcuno, doveva essere qualche cosa di soprannaturale per gli antichi ricercatori e per il popolo. Eppure il letargo, come abbiamo visto, è un fenomeno assolutamente fisiologico, perchè è regolato nè più nè meno come le funzioni dei mammiferi non letargici. Difatti, questi animali letargici hanno bisogno di una respirazione, sia pure abbastanza limitata, che sino

ad un certo punto regolarizzano da loro stessi, sono sensibili alle variazioni della pressione atmosferica, hanno una circolazione sanguigna e linfatica che possono regolare, sentono il contatto di corpi estranei, sono capaci di compiere dei movimenti con una certa finalità ed emettono CO_2, quantunque non mangino, non sentano e non vedano.

Noi dobbiamo pensare che tutti gli animali, in epoca remota cadevano in letargo. E gli animali che oggi non sono letargici, e l'uomo stesso, possedevano sicuramente, una volta, il potere del letargo, che poi naturalmente è andato perduto e non è giusto ritenere che non abbiano avuto mai letargo. Dobbiamo considerare però che il letargo, piuttosto che in aumento, si trova oggi in continua diminuzione.

BIBLIOGRAFIA (*)

A

AEBY C., *Ueber den Einfluss des Winterschlafes auf die Zusammensetzung der verschiedenen Organe des Tierkörpers.* Arch. f. exper. Path. u. Pharm., III, S. 188-194, 1874.

AFFANASIEW, *Waldeyer's Archiv*, 1877, Bd. XIV.

ALBINI G., *Sull'immobilità come causa iniziante il letargo generale dei moscardini* (*Myoxus avellanarius*). Rendiconti dell'Accademia delle scienze fisiche e matematiche (Sezione della Società Reale di Napoli), serie 2ª, vol. VIII, anno XXXIII, 1894, p. 15.

ID., *Può il moto impedire o differire l'inizio del letargo nella marmotta?* Ibidem, serie 3ª, vol. VII. anno XL. Napoli, 1901, p. 18.

ID., *Sul letargo delle marmotte.* Nota 2ª. Ibidem, serie 3ª, vol. VII, anno LX. Napoli, 1901, p. 127.

ID., *La fisiogenia del letargo* del dott. GUSTAVO BRUNELLI. Ibidem, serie 3ª, vol. IX, anno XLII. Napoli, 1903-1904, p. 12. (Per errore Albini scrive Brunetti invece di Brunelli).

(*) La bibliografia di questa monografia è stata da me ordinata per ordine alfabetico ed ho tenuto conto dei soli lavori usciti sino all' agosto del 1907. Ho riportato solamente qualche lavoro principale che riguarda il letargo, pubblicato dopo questa epoca. Non avendo avuto l' opportunità di compiere la correzione della bibliografia in una biblioteca biologica, di alcuni lavori ho dato solo la citazione precisa del periodico, dove si trovano stampati; la ricerca quindi riuscirà ugualmente molto facile.

Oltre i lavori che qui ho riportato, ho consultato anche: 1. *Hermanns Handbuch der Physiologie.* 2. *Nagels Handbuch der Physiologie.* 3. *Dictionnaire de Physiologie de* CH. RICHET. 4. *Ergebnisse der Physiologie* VON ASHER und SPIRO. 5. *Zoologischer Jahresbericht herausgegeben von der zoologischen Station zu Neapel.* 6. *Jahresbericht für die Physiologie von* L. HERMANN. 7. VIERORDT, *Daten und Tabellen.* II. Aufl. Jena, 1907. 8. *Malys Jahresbericht für Tierchemie.*

Alexandre R., *Hibernation humaine*. Revue scient., série 3ᵉ, huitième année, deuxième sém., XLII, 1888, p. 738.

Alezais, *Urine de Cobaye*. C.-R. Soc. de biologie, 22 février 1896, art. «Cobaye», *Dictionnaire de physiologie*, p. 917.

Allen a. Pepys, *Philosophical Transactions*, 1809.

Ansiaux. Archives de biologie, t. X, fasc. IV, 1891. – Bulletin de l'Acad. royale de Belgique, 1890, 3ᵉ série, t. XX, n. 12, pp. 594–614.

Annan R., *Respiration in animals that hibernat., curious faict relative to a bat*. Med. Times. London, XIX, 1848, p. 95.

Aristoteles, *Opera omnia*. Lipsiae, B. G. Teubner.

Asp Math., *Diss. animalia quaedam ex hiberno sopore circa ver evigilantia*. Resp. Christ. P. Anmberg Upsaliae, VIII (18 pag.), 1735.

Athanasiu. Articolo «Hibernation» in *Dictionnaire de physiologie* de Ch. Richet (pubblicato dopo la compilazione di questa mia monografia; si occupa del letargo unicamente dal lato fisiologico e non dal punto di vista della biologia generale. La letteratura poi di questo articolo è molto incompleta).

Aubert. Pflügers Archiv f. Physiologie, Bd. XXVI, 1881, p. 293.

Id. Revue des sciences médicales, t. XXI, p. 150.

B

Baelz, citato da Livierato e Marenco in *Cronaca della Clinica medica di Genova*, puntate 23-26, 1895.

Baldi, *Lo sperimentale*, 1889.

Ballowitz, *Sur la présence de cellules granulées d'Ehrlich* (*Mastzellen des cellules grasses*) *chez les mammifères en état de létargie pendant l'hiver*, 1891.

Barral, *Mémoire sur la statique chimique du corps humain et des animaux*, citato da Dechambre in *Dictionnaire encyclopédique des sciences médicales*, Paris, Masson, 1876, articolo «Chaleur animale», p. 60, e da Oehl E. in *Manuale di fisiologia*, Milano, 1870, II, p. 480.

Barkow H. C. L., *Der Winterschlaf nach seinen Ercheinungen im Thierreich dargestellt*. Berlin, 1846.

Barth, *Inaugural Dissertation*. Dorpat, 1866.

Barton B., *On the Torpidity of animals*. Philos. Magaz. XXXV, 1810.

Bergen C. A., *Disputatio de animalibus hieme sopitis*. *Resp.*: Franc. Heyn. Francofurti ad Viadz., 1752.

Berger J. F., *Expériences et remarques sur quelques animaux qui s'engourdissent pendant la saison froide*. Mém. du Muséum, IV, 1828.

Berger J. F., *Beobachtungen und Bemerkungen über einige Thiere welche einen Winterschlaf halten*. Frorieps Not., XXII, n. 476, pp. 209–216; n. 477, pp. 225–234; Beilage n. 477, pp. 1–8, 1829.

Bernard C., *Œuvres*. Paris, 1855–57.

Id., *Leçons*. Paris, 1865–1878.

Id., *La chaleur animale*. Paris, 1871.

Berninzone, *Influenza della temperatura sull' ibernazione della marmotta*. Bollettino della R. Accademia medica di Genova, 1897.

Bert Paul, *Hibernation artificielle des Lérots dans une athmosphère lentement appauvrie en oxygène* C.-R. Soc. biol. 1868: *Hibernation provoquée par la désoxygénation de l'air* in: Leçons sur la physiologie comparée de la respiration. Paris, 1870.

Berthold A. A., *Einige Beobachtungen über den Winterschlaf der Thiere*. Arch. f. Anat. Phys. u. wissensch. Med., pp. 63-68. (Müller's Archiv), Berlin, 1837.

Berthollet, *Mémoires de la Société d'Arcueil*, II, 1849.

Bibra (von), citato da Simon-Day in *Animal Chemistry*. London, 1846, II, pp. 348, 349.

Billinger. Wiener klinische Rundschau, 8 nov. 1896.

Blanchard R., *Expériences et observations sur la marmotte en hibernation*. I. Introduction; II. *Action du sérum d'anguille*; III. *Action du venin de cobra*. C.-R. Soc. de biologie, 13 juin 1903, p. 736.

Blanchard R. et Blatin M., *Immunité de la marmotte en hibernation à l'égard des maladies parassitaires*. Bulletin de la Société zoologique de France, t. 32, 1907, pp. 32-37.

Blandet. C.-R. de l'Acad. des sciences de Paris, séance du 17 octobre 1864.

Blumenbach J. F., *Specimen physiologiae comparatae inter animalia calidi et frigidi sanguinis*. Commentatt. Soc. reg. scient. Göttingen, VIII, comm. phys., pp. 69-100, 1787.

Id., *Specimen physiologiae comparatae inter animalia calidi sanguinis vivipara et ovipara*. Commentatt. Soc. reg. scient. Göttingen, IX, comm. phys., pp. 108-128, 1789.

Boileau, citato da Richet in *La chaleur animale*.

Bonnet, *Contemplations de la nature*. Paris, 1865.

Brehms, *Tierleben*. III Aufl. von Prof. Pechuel Loesche. Leipzig-Wien, 1893.

Browne P. A., *An Attempt to discover some of the laws which govern animal torpidity and hibernation*. Philadelphia, 1847-48.

Brown-Séquard, *On the cause of the torpidity of the Tanrec*: Experimental researches applied to Physiology and Pathology, p. 25. New York, 1851. - Journal de Physiologie, 1858.

Bruguière, citato da Dubois R. *Physiologie comparée de la marmotte*.

Brunelli G., *Intorno alla fisiogenia del letargo nei mammiferi*. Riv. ital. di scienze naturali, anno XXI. Siena, 1902.

Id. *Il letargo dei mammiferi e il sonno dei fakiri*. Ibidem, anno XXIII, 1903.

Id. *Sulla origine della letargia nei mammiferi*. Monitore zoologico italiano, anno XVII, 1906, p. 141.

Buffon, *Hist. nat.*, XVI et XVII, 1749.

BUNGE G. (VON). *Lehrbuch der Physiologie.* Leipzig, Vogel, 1901, I Aufl., S. 170.

BOUSSINGAULT, citato da SIMON-DAY in *Animal Chemistry.* London, 1846, II, pp. 343-348.

BURDACH, *Die Physiologie der Erfahrungswissenschaft,* 1830, Bd. III.

BÜTSCHLI. Arch. f. Anat. u. Physiol., 1874, p. 348.

C

CAMUS L. et GLEY E., *Comparaison entre l'action hématholitique et la toxicité du sérum d'anguille chez la marmotte (Arctomys Marmota).* Arch. intern. de Pharmacodynamie et de Thérapie, vol. XV, fasc. I–II, 1905, p. 159.

ID. C.–R. Soc. de biologie, 29 janvier 1898; Bulletin du Museum d'hist. nat. de Paris, 27 décembre 1898.

ID. C.–R. Soc. de biologie, 29 janvier 1898, p. 129; C.–R. de l'Acad. de sciences, 21 janvier 1898; 31 janvier 1898, p. 428; Archives de pharmacodynamie, tome V, 1898, p. 247; Annales de l'Institut Pasteur, 25 octobre 1899, vol. XIII, p. 779.

ID. C.–R. Acad. des sciences, 24 juillet 1899, p. 231.

CARL THEODOR HERZOG VON BAYERN. Zeitschrift für Biologie, 1878, Bd. XIV, p. 51.

CARLIER, Journ. of Anat. and Phys., 1893, vol. XXVII.

CARLISLE A., *On muscular motion.* Phil. Trans., 1805, p. 17.

CASELLA D., *Il decorso dell'inanizione assoluta nel Gongylus ocellatus posto in ambiente saturo d'umidità.* Studi Sassaresi, anno III, sez. II, fasc. I, 1903.

CHARRIN et ROGER, *Toxicité urinaire chez divers animaux.* C.-R. Soc. de biologie, 12 mars 1887.

CHAUVEAU, *Sur la transformation de la graisse en hydrate de carbone dans l'organisme des animaux non alimentés.* Comptes-rendus de l'Académie des sciences, Paris 1896.

CHRISMOLS e CALMERS, citati da RICHET in *La chaleur animale,* p. 90.

CLAPARÈDE E., *Esquisse d'une théorie biologique du sommeil.* Arch. de psychologie, t. IV, 1905, p. 245.

COCCO–PISANO, *Il decorso del digiuno assoluto nel « Gongylus ocellatus ».* (Comunicazione preventiva). Studi Sassaresi, anno I, sez. II, fasc. II, 1901.

COLASANTI G. Pflügers Archiv für Physiologie, 1876, Bd. XIV, p. 92.

COLIN M., *Des effets de l'abstinence et de l'alimentation insuffisante chez les animaux.* Bull. de la Société centrale de méd. vétérinaire, 1862.

COQUEREL, *Note sur les habitudes des tanrecs.* Revue zool., 1848, p. 33.

Crawford Adam, *Experiments and observations on animal heat and the inflammation of combustible bodies being and attempt to resolve these phenomena into a general law of nature.* London, Murraud Lewel, 1779.

Cuvier F., *Le règne animal.* Ed. 1829, Paris.

Cuvier F. et Geoffr. St Hilaire, *Histoire naturelle des mammifères.* Paris, 1819-35.

Czermak J. J., *Beobachtungen über den Winterschlaf des Siebenschläfers* (*Myoxus glis*). Med. Jahr. d. k. k. öster. Staates. Wien, XV, 1834, pp. 277-288.

D

D'Arsonval. C.-R. de la Soc. de biologie, 1877. – Travaux du laboratoire de Marey, 1878-79, t. IV, pp. 387-406. – C.-R. de la Soc. de biologie, 1881, p. 207. – La lumière électrique, octobre 1884, nn. 36, 39. – C.-R. de la Soc. de biologie, 1884, pp. 651 721 763. – C.-R. de la Soc. de biologie, 1885, pp. 50-55. – Archives de physiologie, 1890, t. XXII, pp. 610-622, 781-790. – C.-R. de la Soc. de biologie, octobre 1890. – Archives de physiologie. 1894, p 360.

Daubenton. V. Marmotte in *Hist. nat gen.*, VIII, p. 228 et suiv., et Hamster, in suppl. à l'*Hist. nat.*, III, p. 184, et 1776, XIII, p. 125, 1760.

Davy. *On accounts of some experiments in animal heat.* Philosophical Transactions, 1814.

Delaroche. Journal de physique, de chimie, d'histoire naturelle et des arts, t. LXXI, 1810, p. 289; t. LXXVII, 1813, p. 5.

Delmas. Revue des sciences mèdicales, t. XXI, p. 509.

Delsaux, *Étude sur la respiration des chauves-souris pendant leur sommeil hibernal.* Gand, 1887. Arch. de biol., VIII, 1, p. 207.

Desjardin, *Note sur le tanrec.* (Ann. des sciences natur., XX, p. 179, première série, 1830; et *Observations sur un loir nourri en captivité.* Ann. des sciences natur., XX, deuxième série, 1843, p. 249).

Desplatz. Journal de l'anat. et de la physiologie, 1886, pp. 213-224.

Despretz. Annales de chimie et de physique, II[e] série, t. XXVI, p. 337.

Dubois J. B., *Observations sur le bobac de Pologne et histoire de ce quadrupède* (*Arctomis bobac*). Histoire et mém. Acad. Berlin, 1778, pp. 57-66.

Dubois R., *Sur le mécanisme respiratoire chez la marmotte pendant le sommeil hibernal et pendant le sommeil anesthétique.* C.-R. de la Soc. de biol., n. 40, 1888.

Id., *Contribution à l'étude physiologique de l'hibernation.* C.-R. de la Soc. de biol., I, série. 9[e], 1888, p. 205.

Id., *Le sommeil hibernal est il le résultat d'une auto-intoxication physiologique?* C.-R. de la Soc. de biol., I, série 9[e], 1888, p. 260.

Dubois R., *De la ventilation pulmonaire chez les hibernants.* C.-R. de la Soc. de biol., I, série 9e, 1889, p. 280.

Id., *Sur le mécanisme du réveil chez les animaux hibernants.* C.-R. de l'Acad. des Sciences, CIX, n. 22, 1889, p. 820.

Id., *De l'influence du système nerveux central sur le mécanisme de la calorification chez les mammifères hibernants.* C.-R. de la Soc. de biol., 11 février 1893.

Id., *Sur la physiologie comparée de la thermogenèse.* C.-R. de la Soc. de biol., 18 février 1893.

Id., *Sur l'influence comparée de la section de la moëlle et de sa destruction sur la calorification chez le lapin; et sur le réchauffement automatique de la marmotte dans ses rapports avec le tonus musculaire.* C.-R. de la Soc. de biol., 25 février 1893.

Id., *Sur le mécanisme de la thermogenèse chez les hibernants.* Congrès pour l'avancement des sciences. Bésançon, 1893.

Id., *Influence du foie sur le réchauffement automatique de la marmotte.* C.-R. de la Soc. de biol., 4 mars 1893.

Id., *Sur le mécanisme de la thermogenèse et principalement sur le rôle de la veine-porte.* C.-R. de la Soc. de biol., 20 janvier 1894.

Id., *De l'influence de l'eau contenue dans l'organisme dé l'hibernant sur les phénomènes de la thermogenèse.* C.-R. de la Soc. de biol., 27 janvier 1894.

Id., *Sur l'influence du système nerveux central sur le mécanisme de la calorification chez les mammifères hibernants.* C.-R. de la Soc. de biol., 11 février 1894.

Id., *Sur la physiologie comparée de la thermogenèse.* C.-R. de la Soc. de biol., 18 février 1894.

Id., *Sur le frisson musculaire chez l'hibernant qui se réchauffe automatiquement.* C.-R. de la Soc. de biol., 10 février 1894.

Id., *Sur l'influence du système nerveux abdominal et des muscles thoraciques sur le réchauffement de la marmotte.* C.-R. de la Soc. de biol., 24 février 1894.

Id., *Variations du glycogène du foie, du sucre du sang et du foie dans l'état de veille et dans l'état de torpeur chez la marmotte et de l'influence des nerfs pneumogastriques et sympathiques sur le sucre du foie et du sang pendant le passage de la torpeur à l'état de veille.* C.-R. de la Soc. de biol., 10 mars 1894.

Id., *Variations des gaz du sang chez la marmotte pendant l'hibernation, en état de veille et en état de torpeur.* C.-R. de la Soc. de biol., 22 décembre 1894.

Id., *Sur l'influence des centres nerveux sur la thermogenèse.* C.-R. de la Soc. de biol., 8 décembre 1894.

Id., *Autonarcose carbonico-acétonémique ou sommeil hivernal de la marmotte.* C.-R. de la Soc. de biol., 3 mars 1895.

DUBOIS R., *Influence du cerveau moyen sur le glycogène chez l'hibernant.* Congrès de l'Association française pour l'avancement des sciences. Bordeaux, août 1895.

ID., *A propos d'une objection de M. Léo de Errera, de Bruxelles, à ma théorie du sommeil par autonarcose carbonique.* C.-R. de la Soc. de biol., 14 décembre 1895.

ID., *Sur le mécanisme de l'autonarcose carbonique.* C.-R. de la Soc. de biol., 21 décembre 1895.

ID., *Etude sur la thermogenèse et le sommeil. Physiologie comparée de la marmotte*, p. 350, 125 pl. hors texte, 116 fig. dans le texte. Masson éd. Paris et Rey imprimeur, 9 rue Gentil, Lyon, 1896.

ID., *Sur la théorie du neurone et l'autonarcose carbonique.* C.-R. du Congrès pour l'avancement des sciences, p. 300, 1897.

ID., *Mouvements respiratoires chez les hibernants.* C.-R. de la Soc. de biol., p. 179, 10e série, t. V, 1898.

ID., *A propos d'une note critique expérimentale*, etc. Ann. de la Soc. Linnéenne de Lyon, 1898.

ID., *Id.* Atti dell'Acad. di sc., med. e nat. Ferrara, an. LXXII, fasc. II, 1898.

ID., *Action du CO^2 sur la sensitive.* Ann. de la Soc. Linnéenne de Lyon, 1898.

ID., *Nouvelles recherches sur le rythme respiratoire de la marmotte en état de torpeur hivernale.* C.-R. de la Soc. de biol., p. 624, 11e série, t. I, 1899.

ID., *Nouvelles recherches sur la physiologie de la marmotte.* Journ. de phys. et path. gén., p. 1020, septembre 1899.

ID., *Recherches sur le fonctionnement musculaire comparé chez la marmotte chaude et chez la marmotte froide.* Annales de la Soc. Linnéenne, 1899.

ID., *Influence de la temperature ambiante sur les dépenses de l'organisme pendant le sommeil hivernal.* C.-R. de la Soc. de biol., pp. 988, 411, et Ann. de la Soc. Linnéenne, Lyon, 1900.

ID., *Sur le sommeil hivernal chez les invertébrés*, 1900.

ID., *Leçons de physol. gén. et comp.* Masson, Paris (1898), 1900.

ID., *Le centre du sommeil.* C.-R. de la Soc. de biol., pp. 229, 411, 1901.

ID., *Sommeil naturel par autonarcose carbonique provoqué expérimentalement*, p. 231, C.-R. de la Soc. de biologie, t. LIII.

ID., *Autonarcose carbonique chez les végétaux.* C.-R. de la Soc. de biol., p. 956, t. LIII et p. 958, 1901.

ID., *Nouvelles recherches sur l'autonarcose carbonique. Critique de l'acapnée.* Ann. de la Soc. Linnéenne de Lyon, 1901.

ID., *Narcose provoquée et autonarcose spontanée chez les végétaux.* Id., 1901.

ID., *Résistance de la marmotte en hibernation à l'infection tuberculeuse.* Id., 1901.

Dubois R., *Matières solubles dans l'éther contenues dans le sang de la marmotte en état de veille et en état de sommeil.* Id., 1901.

Id., *Influence du jeûne absolu sur la marmotte en estivation.* Id., 1901.

Id., *Remarquable antagonisme de la morphine et de l'atropine chez la marmotte.* Id., 1902.

Id., *Sur la variation de résistance des mammifères hibernants à l'inanition.* C.-R. de la Soc. de biol., t. LIV, 1902, p. 272.

Id., *Lésions expérimentales de l'estomac d'origine médullaire.* C.-R. de la Soc. de biol., t. LIV, p. 235, 1902.

Id., *Mode d'ailever de la section de la möelle cervicale, sur la calorification.* C.-R. de la Soc. de biol., p. 935, t. LIV, 1902.

Id., *Sur les centres nerveux de l'orientation.* C.-R. de la Soc. de biol., p. 936, 1902.

Id., *Sur l'autorégulation par CO^2 du fonctionnement énergétique des organes.* C.-R. de l'Acad. des sciences, 7 juillet 1902.

Id., *Sur le sens de l'orientation chez les mammifères et les oiseaux.* Bull. de l'Inst. gén. psychologique, 1902.

Id., *Sur l'immunité de la marmotte en hivernation a l'égard des maladies parasitaires* (Réponse a M. R. Blanchard) C.-R. de la Soc. de biol., 18 janvier 1908. t. LXIV, p. 54.

Id., *Sommeil hibernal.* C.-R. de l'Acad. des sciences, 28 juin 1909, p. 1787.

Dugès, *Physiol. comp.*, I, 1838, p. 468.

Dulong. Annales de chimie et de physique, t. I, p. 440.

Dutto U., *Alcune ricerche calorimetriche su una marmotta.* Rendiconti della R. Acc. dei Lincei (Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali), vol. V, serie 5ª, fasc. 7, 1896. – *Quelques recherches calorimétriques chez une marmotte.* Arch. ital. de biologie, t. XXVI, 1877, p. 210.

Id., *Ricerche calorimetriche sulla marmotta in letargo*, Bollettino della Società Lancisiana di Roma, 1897, p. 120. – *Recherches de calorimétrie animale.* Arch. ital. de biologie t. XXX, 1898, p. 90.

E

Ecker, Wagner's, *Handwörterbuch.* Art. « Blutgefässdrüsen ».

Edwards W. F., *De l'influence des agents physiques sur la vie.* Paris. 1824.

Ehrmann, *Ueber Fettgewebebildung.* Wien. Akad. für Wiss. Math-nat. Cl., 87, Bd. 3 Abth., 1883.

Elditt H. F., *Der Winterschlaf der Thiere.* Königsberg Naturwiss. Unterhalt. II, Heft 2, 1851, pp. 28-59.

Erler, Inaugural Dissertation. Königsberg 1875. Archiv f. Anatomie und Physiologie, 1876, p. 557.

Eydoux et Souleyet, citati da Richet Ch. in *La chaleur animale*, p. 100.

F

Fabricius J., *Einige Bemerkungen über den Winterschlaf in Lichtenberg.* Voigt's Magaz., IX, 4, 1794, pp. 79-81.

Id., *Observations on the Winter sleep of animals and plants.* Phil. Mag., III, 1799, pp. 156-157.

Ferralis G. V., *Expériences sur le cours du jeûne absolu chez le Gongylus ocellatus en diverses conditions de la température du milieu.* Archives Italiennes de biologie, t. XLVI, fasc. I, 1906.

Finkler D. Pflügers Archiv für Physiologie, 1882, Bd. XV, pp. 603-1887; Bd. XXIII, p. 175; Bd. XXIX, p. 89.

Fleischel, *Sur quelques glandes sans conduit excréteur (glande hibernale)*, citato da Ehrmann, 1871.

Id., Sitzungsber. der Wiener Akad. II Abth., 1869, Bd. LX.

Flourens P., *De l'hibernation et de l'action du froid, en général, sur les animaux.* Ferruss. bull. des sc. nat., XVIII, 1829, pp. 104-107.

FréderICQ L. Archives de biologie, 1882, t. III, pp. 687-805.

Frey und Heiligenthal, *Die heissen Luft- und Dampfbäder in Baden-Baden*, 1881.

Friedleben, *Physiologie der Thymusdrüse.* Frankfurt a. M., 1885.

Fordyce e Blayden, citati da Cl. Bernard in *La chaleur animale*, p. 352.

Forel A., *Observations sur le sommeil du loir (Myoxus glis).* Revue de l'hypnot., I, 1887, p. 318, citato anche da Richet Ch. in *La chaleur animale*, p. 102.

Franklin, citato da Oehl, *Manuale di fisiologia.* Milano, 1870, vol. II, p. 455.

Fubini S. u. Benedicenti A., *Ueber den Einfluss des Lichtes auf den Chemismus der Athmung.* Moleschott's Untersuchungen, XIV, 1892, S. 623.

G

Gessner G., *Hist. an. de quadrup. vivip.*, I, p. 802. Zürich Frankfürt, 1603, pp. 368 et 743.

Gilbert and Lawes. Journ. Roy. Agric. Soc. Eng., London. 1849, 1851, 1852, 1853, 1855 and 1860; Phil. Trans., London, 1859.

Gildmeister. Archiv f. Path. Anatomie, LII, p. 130.

Girard. Archives de physiologie, 1888, p. 312.

Girtanner. Häpfner's Magaz. fed. naturk. Helvet., IV, pp. 374-381, 1789.

Gmelin, *Ueber den Winterschlaf.* Eine Inaugural-Dissertation unter dem Präsid. von F. G. Gmelin. Tübingen, 1839.

Grandis V. Atti della R. Accademia dei Lincei, 1889.

Gressell, citato da Richet Ch. in *La chaleur animale*, p. 102.

GUINARD L. C.-R. Acad. des sciences de Paris, séance du 6 mars 1893.
GUINARD L. *La morphine et l'apomorphine.* Paris, Asselin, 1903.
GUINARD L. C.-R. Soc. de biologie, 52, p. 727; 1900, 28 juillet.

H

HAHN W. L., *Some Habits and sensory Adaptations of cave-inhabiting Bats.* II. Biological Bulletin. Vol. XV, p. 165.

HALL M. *On Hybernation.* Philosophical Transactions of the R. Soc. of London, 1832, Part II, pp. 335-360.

ID., *Ueber Winterschlaf.* Isis, 1836, pp. 596-599.

ID., *Hibernation* in Todd's Cyclop. of Anat., II, 1838, pp. 764-776.

HALLER (DE), *Elém. phys.*, p. 29, secondo SCHRADER, TACHARD, LISTER, ROBINSON, LANCISI, 1760.

HAMMAR, Waldeyer's Archiv 1895, Bd. XLV.

HANSEMANN D. (VON). *Untersuchungen über den Winterschlaforgan.* Engelmans's Archiv, 1902. S. 160.

HANGSTEDT, *Thymi in homine ac per serium animalium descript.* Anat. phys. - particula prior. Hanniae, 1831.

HARDER. Ephemer. Acad. nat. cur. 1686, ann. IV, dec. 2.

HARNACK E. Pharmaceutische Zeitung. 21 Dez. 1892; 2. Naturwissenschaftliche Wochenschrift, 1893, N. 26; 3. Deutsche medizinische Wochenschrift, 27 Nov. 1898.

HAUSMANN W. *Ueber den Einfluss der Temperatur auf die Inkubationszeit und Antitoxinbildung nach Versuchen an Winterschläfern.* Pflüger's Archiv, Bd. 113, 1906, S. 317.

HILDEBRAND, *Wahrnemung von den Hamstern.* Neues Hamburger Magazin, St. 25. Leipzig, 1769.

HIRZEL und FREY. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, 1863, Bd. XII.

HODGSON B. H., *Notice of the Marmot of the Himalaya and of Thibet* (*Arctomys himalayanus*), with one table. Journal of the Assoc. of Bengal, X, II part., 1841, pp. 777-778.

HOPPE. Archiv f. pathologische Anatomie, XI, 1857, pp. 453-464.

HORVATH A., *Zur Physiologie der thierischen Wärme.* Centralblatt für die medizinischen Wissenschaften, 1872, N. 45, S. 706; N. 46, S. 721; N. 47, S. 738.

ID., *Zur Lehre vom Winterschlafe.* Ibidem, 1872, N. 55, S. 865.

ID., *Beitrag zur Lehre über den Winterschlaf.* Würzburg, Stahel. 1. *Beitrag zur Lehre über den Winterschlaf,* S. 1. - 2. *Ueber die Respiration der Winterschläfer,* S. 127. - 3. *Einfluss verschiedener Temperaturen auf die Winterschläfer,* S. 203. Anche in « Verhandlungen der Würzburger Physik-med. Gesellschaft ». Band XII u. XIV. Würzburg, Stahel.

ID. Vratsch. t. XVIII, N. 49, 4-16 dicembre 1897.

ID. Deutsche mediz. Wochenschrift, 2 Juni 1898.

Hunter J., *Animal Oeconomy*, 1786.

Id., *Mém. sur la chaleur anim. et végét.* Journal de physique, année 1781.

I

Impens, *Du chlorétone*. Arch. int. de pharmacodynamie, tome VIII, 1901.

J

Jacobson, *Ueber die Thymus der Winterschläfer*. Meckel's Archiv, III, p. 151. Halle, 1817.

Jahn Fr., *Die Aehnlichkeit der Cholera mit der Wintererstarrung der Organismen*. Casper's Wochenschrift für die gesammte Arzneikunde. Berlin, 1834.

Jousset, *De l'acclimatement et de l'acclimatation*. Paris, 1884.

Jürgensen, citato da Dechamrre in *Dictionnaire de sciences médicales*, articolo « Thermométrie médicale », p. 220.

K

Koch. Zeitschrift f. Biologie, 1883, XIX, p. 447.

Kraus Fr. Zeitschrift f. Klinische Medizin, 1890, XVII, p. 160.

Krishaber, citato da Dechambre in *Dictionnaire des sciences médicales*, articolo « Thermométrie médicale », p. 220.

L

Lacépède, *Œuvres complètes de Buffon*, 1829, XIII, p. 260.

Langlois. Thèse de Paris, 1887. – Journal de l'anatomie et de la physiologie, 1887, pp. 400-461.

Latour (de) R., citato da Dechambre in *Dictionnaire des sciences médicales*, articolo « Thermométrie médicale », p. 220.

Laulanié. Archives de physiologie, 1892, p. 233.

Lavoisier. *Expériences sur la respiration des animaux*. Mémoires de l'Académie des sciences, 1777, p. 185.

Id., *Œuvres complètes*, t. II, p. 102. Paris, 1815.

Lavoisier et Laplace. Mémoires de l'Académie des sciences, 1780, p. 355.

Lea Isaac, *On hibernation*. Sillim. Amer. Journ., IX, pp. 75-84; *Sur l'hivernage ou l'hibernation des animaux*. Ferruss. Bull. de sc. nat., 1825, V, pp. 359-361.

Id., *Ueber den Winterschlaf*. Frorierps Notizen. 1834. XXXIX, n. 847, pp. 161-168.

LEEUWENHOECK A. (VAN), *Sendbrieven aan de Heeren van de Koningliske Societeit te London en andere geleerde luyden over verscheyde verborgenheden der natuur.* Leyden u. Delft, 1687-1718 - in latino: Delft, 1719.

LEFÉVRE. C.-R. de la Soc. de biologie, 1894, pp. 366, 516, 604, 641, 724.

LEGALLOIS, *Œuvres.* Paris, 1824.

LEGROS, *Phénomènes de réintégration chez le loir.* - Vedi P. BERT, *Recherches expérimentales pour servir à l'histoire de la vitalité propre des tissus animaux.* Paris, 1866.

LEHMANN C. G., *Abhandlungen bei Begründung d. sächsischen Gesellschaft d. Wissenschaften,* 1846, p. 463.

ID. Archiv f. pathologische Anatomie, 1873, LVIII, p. 92.

ID. Berliner klinische Wochenschrift, 1882, p. 320.

LETELLIER. Annales de chimie et de physique, 1845, XIII, p. 478.

LEYDIG, *Lehrbuch der Histologie.* Frankfurt a. M., 1857.

LEWIN L. Deutsche mediz. Wochenschrift, 16 juin 1898, N. 24, S. 373.

ID. Deutsche med. Wochenschrift, 6 oct. 1898, N. 40. S. 629.

LIÉBEAULT, *Du sommeil et des états analogues.* Paris, Masson, 1866.

LIEBERMEISTER. Deutsches Archiv für klinische Medizin, Bd. X, p. 90.

LIEBIG J., *Tierchemie,* 1846, III Aufl., pp. 17, 21, 23.

LITTEN. Archiv f. pathologische Anatomie, 1877, LXX, p. 10.

LIVIERATO e MARENCO. Cronaca della clinica medica di Genova, 1895, puntate 23-26.

LIVINGSTONE, THORNLEY e FURNELL, citati da RICHET CH. in *La chaleur animale,* p. 90.

LIVON. Articolo « Cobaye », in *Dictionnaire de physiologie.*

ID. C.-R. Soc. de biologie, nov. 1897, p. 979.

LORTET, *Observations sur le sommeil léthargique du muscardin* (*Myoxus muscardinus* de Gmelin). Ann. de sc. phys. et nat., d'agric. et d'indust. de la Soc. d'agric. de Lyon, 1844, VII, pp. 154-156 et 430.

LORTET MARCEL, *Recherches physiologiques sur le mal de montagne.* Paris, 1869.

ID. Revue des cours scientifiques, 1869-70.

LOEWY A. Pflügers Archiv für Physiologie, 1888, XLV, p. 265; 1889, XLVI, p. 189; 1891, XLIX. - Berliner klinische Wochenschrift, 1891, p. 93.

LÖW, citato da CH. RICHET in *La chaleur animale,* p. 102.

LUCIANI L., *Fisiologia del digiuno.* Firenze, Le Monnier, 1889.

M

MANCA G., *Il decorso dell'inanizione negli animali a sangue freddo.* Giornale di medicina veterinaria pratica, fascicoli 8-9, agosto-settembre 1895.

Manca G., *Influenza del peso iniziale nella resistenza al digiuno negli animali a sangue freddo.* Bullettino di scienze mediche di Bologna, serie VII, vol. VII, marzo 1896.

Id., *Il decorso del digiuno assoluto nelle tartarughe.* Atti e Memorie della R. Accademia di scienze, lettere ed arti di Padova, vol. XII, dispensa III, 8 maggio 1896.

Id., *Ricerche chimiche intorno agli animali a sangue freddo sottoposti ad inanizione.* (Comunicazione preventiva). Padova, Crescini, 1897.

Id., *Ricerche chimiche intorno agli animali a sangue freddo sottoposti ad inanizione.* Parte I. Archivio di farmacologia e terapeutica, vol. VIII, fasc. 6-7, 1900. Archives italiennes de biologie, t. XXXV, fasc. I, 1901.

Id., *Id. id.* Parte II. Ibidem, vol. VIII, fasc. 10-11, 1900. Ibidem, t. XXXV, fasc. III, 1901.

Id., *Id. id.* Parte III. Ibidem, vol. IX, fasc. 2-3, 1901. Ibidem, t. XXXVII, fasc. II, 1902.

Id., *Id. id.* Parte IV. Ibidem, vol. IX, fasc. 8-9, 1901.

Manca G. e Fatta G., *Il decorso del digiuno assoluto nel « Carabus morbillosus »*. Studi Sassaresi, anno III, sez. II, fasc. II, anno 1903-904.

Manca G. e Casella D., *Il decorso dell'inanizione assoluta nel « Gongylus ocellatus » alla luce diffusa e nell' oscurità.* Studi Sassaresi, anno III, sez. II, fasc. I, anno 1903.

Manca G. e Fatta G., *Il decorso del digiuno assoluto nel « Carabus morbillosus »*. Archivio di fisiologia, vol. II, fasc. IV, maggio 1905.

Mangili G. Memoria I. *Sul letargo conservatore delle marmotte,* p. 1. - Memoria II. *Sul letargo conservatore e mortifero dei ricci e dei pipistrelli,* p. 30. - Memoria III. *Sul letargo conservatore dei ghiri e dei moscardini,* p. 50. - Memoria IV. *Ulteriori osservazioni relative ai fenomeni dell'economia organica delle marmotte in istato di letargo o di veglia. Cause esterne ed organiche inducenti il letargo conservatore in questi animali,* p. 76.

Queste quattro memorie sono raggruppate in un volume unico dal titolo:

Mangili G., *Saggio d'osservazioni per servire alla storia dei mammiferi soggetti a periodico letargo.* Milano, Stamperia Reale, settembre 1807.

La Memoria I si trova anche in *Mémoire sur la léthargie des marmottes.* Annales du Muséum d'histoire naturelle, 1807, vol. IX, p. 106.

La Memoria II si trova anche in *Mémoire sur la léthargie périodique de quelques mammifères.* Ibidem, 1808, vol. X, p. 435.

Memoria V. *Intorno ai mammiferi soggetti a periodico letargo.* Pavia, 1818.

Le Memorie di Mangili G. si trovano anche in *Ueber den Winterschlaf der Thiere.* Reil's Archiv für Physiologie, Bd. VIII, S. 427; ed anche in *Versuch über den Winterschlaf der Thiere.* Uebersetzt und mit Anmerkungen begleitet von O. U. von Salis. Dessen; ed anche lo stesso in *Heimüllers Alpina,* IV, S. 36, 51.

Mangili G., *Sulla Epistola zootomica del prof. Otto di Breslavia al celeberrimo Blumenbach.* Pavia, 1828.

Mantegazza. Gazzetta medica italiana, 1869.

Marchand. Journal für praktische Chemie, 1844, t. XXXIII, p. 129.

Marès F., *Expériences sur l'hibernation des mammifères.* C.-R. de la Soc. de biol., 22 octobre 1892, p. 313.

Marès F. et Hellich R., *L'abaissement de la température chez l'homme après perte de la sensibilité pour le froid et le chaud, suggérée dans l'état d'hypnotisme.* Ibidem, 15 juin 1889.

Martin C. J., *Thermal Adjustement and Respiratory Exchange in Monotremes and Marsupials.* A Study in the Developpement of Homothermism. Proceedings of the R. Soc. of London, vol. LXVIII. London, 1901, p. 352.

Martins Ch. Journal de la psychologie de l'homme et des animaux, 1858, t. I, p. 110.

Mathieu et Urbain. Archives de physiologie normale et physiologique, 1872.

Maurel. Bulletin de la Société d'anthropologie. Paris, 1884.

Id., C.-R. Soc. de biologie, 12 juin 1902.

Meckel, *Abhandlungen aus der menschlichen und vergleichenden Anatomie.* Halle, 1806.

Metchnikoff E., *Immunité dans les maladies infectieuses.* Paris, Masson, 1901.

Milne-Edwards H., *Leçons d'anatomie et de physiologie comparées*, Paris, 1857-1865.

Moleschott J., Untersuchungen zur Naturlehre d. Menschen und d. Thiere, 1857, II, p. 315.

Monti R. ed A., *Osservazioni su le marmotte ibernanti.* Rendiconti del R. Istituto Lombardo. 1900, serie II, vol. 33, p. 374.

Id. Id., *Su l'epitelio renale delle marmotte durante il sonno.* Verhandlungen d. anat. Gesellschaft, 1900.

Id. Id., *Le ghiandole gastriche delle marmotte in attività e in letargo.* Ricerche del laboratorio di anatomia umana di Roma e di altri laboratori biologici. Roma, 1902.

Id. Id., *Le funzioni di secrezione e di assorbimento intestinale studiate negli animali ibernanti.* Memorie dell'Istituto Lombardo, 1903.

Monti R., *Le leggi del rinnovamento dell'organismo studiate negli animali ibernanti.* Rendiconti del R. Istituto Lombardo, 1905, serie II, vol. 38, p. 714.

Id., *Studi sul letargo.* Archivio di fisiologia, vol. II, 1905.

Mosso A., *Fisiologia dell'uomo sulle Alpi.* Milano, 1899.

Murray J., *On the torpidity of the Tortoise and the dormouse.* Edimburg Journ. of Science, IV, 1826, pp. 317-322

N

NAGAI, H. *Der Stoffwechsel des Winterschläfers.* Zeitschrift für allgemeine Physiologie, 1909, Bd. IX, S. 242. (Questo é il lavoro più importante pubblicato sopra il ricambio materiale degli animali letargici, dopo la compilazione di questa mia monografia).

NAUNYN. Berliner klinische Vochenschrift, 1869, n. 4. - Archiv für Anatomie und Physiologie, 1870, p. 159.

NOÉ J., *Oscillations pondérales du hérisson.* C.-R. de la Soc. de biol., 11 janvier 1902.

ID., *Toxicité urinaire du hérisson.* C.-R. de la Soc. de biol., 25 janvier 1902.

ID., *Désassimilation azotée du hérisson.* C.-R. de la Soc. de biol., 25 février 1902.

ID., *Variations du coéfficient diurétique et de la densité urinaire chez le hérisson.* C.-R. de la Soc. de biol., 19 avril 1902.

ID., *Toxicité du sulphate de strychnine pour le hérisson.* C.-R. de la Soc. de biol., 5 juillet 1902.

ID., *Désassimilation des éléments minéraux chez le hérisson.* C.-R. de la Soc. de biol., 12 juillet 1902.

ID., *Rapport du poids des organes au poids total chez le hérisson.* C.-R. de la Soc. de biol., 26 juillet 1902.

ID., *Variations de l'acidité urinaire chez le hérisson.* C.-R. de la Soc. de biol., 26 juillet 1902.

ID., *Résistance du hérisson au cantharidate.* C.-R. de la Soc. de biol., 25 octobre 1902.

ID., *Sensibilité du hérisson à l'égard de la morphine.* C.-R. de la Soc. de biol., 25 octobre 1902.

ID., *Chloralisation du hérisson.* C.-R. de la Soc. de biol., 15 novembre 1902.

ID., *Résistance du hérisson à l'atropine.* C.-R. de la Soc. de biol., 10 janvier 1903.

ID., *Toxicité de la pilocarpine.* C.-R. de la Soc. de biol., 17 janvier 1903.

ID., *Résistance hibernale du hérisson à la morphine.* C.-R. de la Soc. de biol., 30 mai 1903.

ID., *Recherches sur la vie oscillante.* Essai de biodynamique. Paris. Alcan, 1903.

NOORDEN (VON). *Trattato di patologia del ricambio materiale.* Traduzione italiana di V. ASCOLI. Roma, 1895.

NORWICH, citato da DUBOIS R. *Physiologie comparée de la marmotte.*

O

Oddi R. Archivio per le scienze mediche, 1890, XIV, p. 403.

Otto Ad. J., *De animalium quorumdam, per hyemem dormientium, vasis, cephalis et aure interna.* Nova acta phys. med. Acad. nat. curios. Bonnae, XIII, p. II; e Ann. sc. nat., XI, pp. 267–270, 1827. – *Ueber den Blutlauf der Winterschläfer.* Isis, 1826, pp. 385–386.

P

Page. Journal of Physiology, 1882, II, pp. 228–234.

Id. Collected Paper of the physiological Laboratory, University College. London, 1879–1881.

Pallas P. S., *Novae species quadrupedum e glirium ordine.* Erlangen, 1778.

Id., *Abanderungen des Bobak oder russischen Murmelthieres* (*Arctomys bobac*). Neue Nord. Beiträge, 1781, Bd. II, pp. 343–344.

Id., *Zoografia Russo-Asiatica.* Petropoli, 1831.

Id., *De calore animalium hibernantium.* Nouv. Comment. de l'Acad· de St-Pétersbourg, 1832.

Palmer, Philosophical Transactions, 1832 e Traduct. des Œuvres de Hunter, Vedi: Richelot.

Pastré T., *Exposé succinct des opinions émises jusqu'ici sur la cause de l'engourdissement périodique qu'éprouvent les animaux appelés hibernants.* Mém. de la Soc. Linn. de Paris, 1827, VI, pp. 121-138.

Id., *De la cause de l'hibernation chez les animaux dormeurs.* Nova acta Acad. Leop. Carol., nat. cur., 1829, XIV, pp. 659–669.

Patrizi M. L., *Intorno alla contrazione muscolare delle marmotte nel sonno e nella veglia.* Atti della R. Accad. delle scienze di Torino, vol. XXIX, 1894.

Id., *Contributo allo studio dei movimenti respiratori negli ibernanti.* Comunicazione fatta all' Accademia di scienze mediche e naturali in Ferrara il 27 aprile 1897.

Id., *Alla " Réponse " (23 febbraio 1898) del signor prof. R. Dubois.* Bollett. dell'Accademia di scienze mediche e naturali di Ferrara, 1898.

Pellegrin J., *Durée de la vie et perte du poids ches les ophidiens en inanition.* C.-R. de la Soc. de biol., 2 février 1901.

Id. C.-R. de la Société zoologique de France, juillet 1902.

Pembrey M. S., *On the reaction-time of mammals to changes in the temperature of their surroundings.* Journal of Physiology, vol. XV, n. 5, 1893.

Id., *The effect of variation in external temperature upon the output of carbonic acid and the temperature of young animals.* Ibidem, vol. XVIII, n. 4, 1895.

Pembrey M. S. and Hale White W., *The regulation of temperature in hybernating animals.* Ibidem, vol. XIX, nn. 5–6, 1896.

Pembrey M. S. and Pitts A. G., *The relation between the internal temperature and the respiratory movements of hybernating animals.* Ibidem, vol. XXIV, nn. 3-4, 1899.

Pembrey M. S., *Observations upon the respiration and temperature of the marmot.* Ibidem, vol. XVII, nn. 1–2, 1901.

Id., *The respiratory exchange during the deposition of fat.* Ibidem, vol. XXVII, nn. 4-5, 1901.

Id., *Further observations upon the respiratory exchange and temperature of hybernating mammals.* Ibidem, vol. XXIX, n. 2, 1903.

Pembrey M. S. and W. Hale White. *Heat Regulat. in Hybern. animals.* Ibidem, vol. XVIII, p. 4; vol. XIX, p. 477.

Pembrey M. S., and Spriggs E. J., *The influence of fasting and feeding upon the respiratory and nitrogenous exchange.* Ibidem, vol. XXXI, n. 5, 1904.

Pflüger E. F. W. Pflügers Archiv f. Physiologie, 1876, XII, pp. 282–285, 333–336.

Id. Pflügers Archiv f. Physiologie, 1877, Bd. XIV, p. 73.

Id. Pflügers Archiv f. Physiologie, 1878, XVIII, p. 247–381.

Phisalix. Revue générale de sciences, 29 février 1896.

Phisalix et Bertrand. Bulletin du Muséum, 24 mars, 22 déc., 1896.

Phisalix et Bertrand. Bulletin du Muséum, 26 nov. 1895, e C.–R. Soc. de biologie, 27 juillet 1895 et 4 février 1899.

Madame Phisalix. Thèse de la Faculté de médecine de Paris, 20 juin 1900.

Pinoy et Densusianu. C. R. Soc. de biologie, 2 février 1901.

Plinius. *Historia mundi.* Lipsiae. B. G. Teubner.

Polimanti O., *Sulle variazioni di peso delle marmotte* (*Arctomys marmota*) *in ibernazione.* Bollettino della R. Accademia medica di Roma, 1904, XXX, fasc. VIII. – Archives italiennes de biologie, XLIII, III.

Id., *Sur l'allorythmie du cœur.* Journal de Physiologie et de Pathologie générale, 1906.

Id., *Sur quelques phénomènes observés en soumettant plusieurs parties du cœur à différentes températures.* Ibidem, 1907, p. 768.

Id., *Influenza della temperatura sullo scambio materiale.* Bollettino R. Accademia medica. Genova, 1895. (Molti dati di questo lavoro sono stati ricorretti in questa monografia).

Poljakoff. Waldeyer's Archiv, 1888, Bd. XXXII.

Prunelle, *Recherches sur les phénomènes et les causes du sommeil hivernal de quelques mammifères.* Ann. du Muséum, 1811, XVIII, pp. 20-56 e ibidem, pp. 302-321.

Pruner Bey e Rethey, citati da Richet Ch. in *La chaleur animale*, p. 90.

Q

QUINCKE H., *Ueber die Wärmeregulation beim Murmelthier.* Schmiedebergs Archiv f. exp. Path. u. Ther., 1882, Bd. 15, S. 1.

QUINQUAUD. Journal de l'anatomie et de la physiologie, XXIII, pp. 327-399. – C.-R. de l'Académie des sciences, 1887, CIV, p. 1542.

R

RABUTEAU. C.-R. Soc. de biologie, 1869, p. 187 e 16 janvier 1875.

RADECKI R., *Cantharidinvergiftung. Dissert.*, Dorpat, 1866.

RADDE G., *Ueber Arctomys Bobac, dessen Winterschlaf u. Temperatur seines Bauches.* Bull. phys. math. Acad. St-Pétersbourg, 1857, XV, pp. 317-318.

RADDE G. Mélanges biologiques, 1858, II, 6, pp. 572-574.

REEVE H., *De animalibus hieme sopitis.* Edinburgi, 1803.

Id., *An essay on the torpidity of animals.* London, 1809.

REGNAULT et REISET, *Recherches chimiques sur la respiration des animaux.* Ann. de chim. et de phys., troisième série, 1849, XXVI pp. 429 et suiv.

REGNAULT. Mémoires de l'Académie des sciences, 1872.

RICHARDSON J., *Abhandlung von den Murmelthieren.* Hamburg Magaz., 1763, XXVI, pp. 419-431.

RICHELOT A. A. Traduction des œuvres complètes de HUNTER sur l'édition du Dr. J. F. PALMER, 4 voll. in-8°, 1838-42.

RICHET CH., *Inanition.* Revue scient., XLIII, p. 714 et ibidem, n. 21;

ID., *Chaleur animale.* Paris, 1889.

ID., in *Dictionnaire de physiologie*, art. « Chien ». (Vedi dose tossica di cloralio).

ID. C.-R. de la Société de biologie, 1884, pp. 707-715; 1885, pp. 2-8. – C.-R. de l'Académie des sciences, 29 juin 1885.

ID. Archives de physiologie, 1885, pp. 237-292; 1893, p. 312.

RICHTER. Archiv f. pathologische Anatomie, 1891, CXXIII, p. 118.

RIESELL. Hoppe Seyler's Medizinische-chemische Untersuchungen, 1868, III Heft, p. 319.

ROGER. Archives de physiologie, 1893, p. 17.

RÖHRIG und ZUNTZ. Pflügers Archiv f. Physiologie, 1871, Bd. IV, p. 57.

ROSENTHAL J. S. B. Berliner Akademie d. Wissenschaften, 1888, pp. 1309-1319. – Archiv f. (Anatomie) u. Physiologie, 1889, pp. 1-53; 1894, p. 223. – Münchener medizinische Wochenschrift, 1889, n. 53, p. 927. – Berliner klinische Wochenschrift, 1891. – Virchows Festschrift, 1891, t. 413. – Archives italiennes de biologie, 1894.

RÜBNER M. Zeitschrift f. Biologie, Bd. XXI, pp. 250-337. – Ebenda, Bd. XXV, p. 400-426. – Archiv f. Hygiene, 1891, Bd. XI, H. 2, 3.

RUDOLPHI, *Physiologie*, Bd. 1, S. 282.

S

SABINE J., *Account of the Marmots of north America hiterto known.* Trans. Linn. Soc. London, 1825, pp. 579-591. Isis, 1825, pp. 1330-1335.

SACC. *Notice sur la marmotte des Alpes.* Revue et Magaz. de zool., X, deuxième série. Paris, 1858.

SACHS u. ARONSOHN. Pflügers Archiv f. Physiologie, 1885, XXXVII, p. 232.

SAISSY J. A., *Recherches expérimentales anatomiques, chimiques, etc. sur la physique des animaux mammifères hibernants, notamment les marmottes, les loirs, etc.* Paris-Lyon, 1808.

ID., Si trova anche tradotto da NASSE in *Untersuchungen über die Natur der winterschlafenden Säugethiere.* Reil's Archiv für die Physiologie, 1815, Bd. XII, S. 293-369.

ID., *Observations sur quelques mammifères hibernants.* Mém. de l'Acad. de Turin, 1811, pp. 1-24.

ID. Meckel's deutsches Archiv f. Phys., 1817, III, pp. 131–136.

SALMON A., *Sull'origine del sonno.* Studio delle relazioni tra il sonno e la funzione della ghiandola pituitaria. Firenze, L. Niccolai, 1905.

ID., *Sulla funzione del sonno.* Biologica, vol. II, p. 1.

SANDERS EZN. Berichte d. sächsischen Gesellschaft d. Wissenschaften. Mathem. physik Classe, 1867, p. 58.

SCHETELIG. Archiv f. pathologische Anatomie, 1888. LXXXII, p. 437.

SCHIERBECK. Archiv f. (Anatomie u.–) Physiologie, 1893, p. 116.

SCHLEICH, *Inaugural Dissertation.* Tübingen, 1875.

SCHRÖDER. Deutsches Archiv f. klinische Medizin, Bd. VI, p. 385.

SCHULZ H. Pflügers Archiv für Physiologie, 1876, Bd. XIV, p. 78.

SCHREUCZER J. (of Zurich), *The Anatomy of the mus alpinus or marmot.* Phil. trans., vol. XXXIV, n. 397, p. 237 et Phil. trans. abridg., 1727, VII, p. 452.

SÉGUIN et LAVOISIER, *Première mémoire sur la respiration des animaux.* Mémoires de l'Académie des sciences, 1789, p. 185.

ID. ID., *Première mémoire sur la transpiration des animaux.* Ibidem, 1790, p. 77.

SENATOR. Centralblatt für medizinische Wissenschaften, 1871, pp. 737, 753. – Archiv für Anatomie u. Physiologie, 1872, pp. 1–54; 1876, pp. 18-57. – Archiv f. pathologische Anatomie, Bd. XLV.

SERBELLONI P., *Ricerche anatomiche, fisiche e fisiologiche sulle marmotte, fatte espressamente per rendere ragione delle cause determinanti nei mammiferi ibernanti la letargia vernale.* Atti dell'Accad. fis. med. statist. di Milano, 1866, XXII, pp. 86–110.

SIGALAS. Thèse de Bordeaux, 1890.

SIMANOWSKY. Zeitschrift für Biologie, 1885, XXI, p. 1.

SIMON J., *A phys. essay on the thymus gland.* London, 1845.

SMITH ED. Philosophical Transactions Royal Society, 1859, CXLIX, p. 681.

SPALLANZANI L. *Opusc. de phys. anim. et végét.*, I, p. 108. Trad. de Sénebier. Genève, 1787.

ID., *Mémoires sur la respiration,* par LAZAR SPALLANZANI, traduits en français, d'après un manuscrit inédit, par JEAN SÉNEBIER, p. 75, 1805. – *Memorie sulla respirazione*, 1803.

SPEEK. Schriften d. Gesellschaft zur Beförderung d. gesammten Naturwissenschaften zu Marburg, 1871, X.

ID. Deutsches Archiv für klinische Medizin, 1885, XXXVII, p. 107.

ID. *Physiologie des menschlichen Athmens.* Leipzig, 1892.

STANNIUS, *Beobachtungen über Verjüngungsvorgänge im thierischen Organismus.* Rostok und Schwerin, 1853.

STAPFF, citato da CH. RICHET in *La chaleur animale*, p. 102.

SULZER BR. G., *Versuch einer Naturgeschichte des Hamster*, Göttingen, 1774, e *Observations sur le rat de blés*. Gazz. littér, 13 septembre 1774.

T

TARULLI L., *Alcune nuove ricerche nella respirazione degli animali.* Scritti in onore del prof. LUCIANI nel XXV anno del suo insegnamento. Milano, 1900.

TELFAIR, Proceedings of the Zoological Society, n. VIII, p. 89.

TEREG u. ARNOLD. Pflügers Archiv f. Physiologie, 1883, Bd. XXXII, p. 122.

TIEDEMANN F., *Ueber das Mürmelthier* (mit 1 Tafel). Neujahrsbuch d. Zürch. Naturf. Gesellsch., 1808.

ID., *Bemerkungen über die Thymus-Drüse des Murmelthieres.* Meckel's Arch. f. Phys., 1815, p. 481.

ID., *Anatomische Beschreibung des Murmelthier-Auges* (mit Abbild.). Ann. Wetter f. d. ges. Naturkunde, 1834, III, pp. 345-348.

ID., *L'hibernation.* Berlin, 1846, VIII, p. 388.

TOTHERGILL A., *Observations on the influence of habit in accomodating animal and vegetable life of diversity of climate and temperature; on torpidity vital suspension, and reviviscence, as exemplified in the phénomene of hibernatings animals, etc.* Ann. M. et phil. Reg. N. Y, 1814, III, pp. 17-28.

TREVIRANUS. Zeitschrift f. Physiologie, 1831, p. 1.

TREVIRANUS, *Biologie*, V, pp. 265 et 275. Göttingen, 1802-22.

TSCHUDI J. J., *Du règne animal du monde alpestre.* Leipzig, 1868.

V

VALENTIN G., *Beiträge zur Kenntiss des Winterschlafes der Murmelthiere.*

Sono tutte pubblicate nelle « Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen und der Thiere herausgegeben von JAC. MOLESCHOTT »:

1. I Abt. I Bd., S. 206–258. – § 1. *Allgemeine Verhältnisse*, S. 207. – § 2. *Aenderungen des Körpergewichtes während des Winterschlafes*, S. 222.

2. II Abt. S. 1–55, II Bd. – § 3. *Wechsel der Organe während des Winterschlafes*, S. 1. - § 4. *Gewichtsänderung der Theile im Laufe der Erstarrungszeit*, S. 17.

3. III Abt. II Bd. S. 222–246. – § 5. *Wärmeverhältnisse*, S. 222.

4. IV Abt. II Bd. S. 285-314. – § 6. *Lungen– und Hautausdünstung*, S. 285.

5. V Abt. III Bd. S. 195–229. - § 7. *Merkliche Ausgaben*, S. 195. - § 8. *Koth*, S. 199. - § 9. *Harn*, S. 208. - § 10, *Galle und Leberzucker*, S. 220.

6. VI Abt. IV Bd. S. 58-83. – § 11. *Statik der Ernährungserscheinungen*, S. 58. – § 12. *Wechsel der Ernährung mit der Tiefe des Winterschlafes*, S. 72.

7. VII Abt. V Bd. S. 11–64. – § 13. *Willkürliche Aenderung des Körpergewichtes*, S. 11. – § 14. *Aufnahme von Stoffen*, S. 26.

8. VIII Abt. V Bd. S. 259-277. – § 15. *Ernährungsveränderungen der Gewebe während des Winterschlafes*, S. 259. – § 16. *Wiedererzeugung*, S. 270.

9. IX Abt. VII Bd. S. 39-69. – § 17. *Herzschlag und Athembewegungen*, S. 39. – § 18. *Arterieller Blutdruck*, S. 57.

10. X Abt. VIII Bd. S. 121–155. – § 19. *Blutdruck, Lauf des Blutes in den feineren Gefässen, Art der Herzbewegung, Schnelligkeit des Kreislaufes*, S. 121. – § 20. *Verdauungssäfte*, S. 130. – § 21. *Flimmerbewegung, Muskelreizbarkeit, Muskel– und Nervenstrom*, S. 134.

11. XI Abt. IX Bd. S. 129–151. – §. 22. *Einige Eigenthümlichkeiten des Blutes*, S. 129. – § 23. *Vagusreizung und Vagustrennung*, S. 140.

12. XII Abt. IX Bd. S. 227–248. – § 24. *Thermoelektrische Beobachtungen*, S. 227.

13. XIII Abt. IX Bd. S. 632–648. – 25. *Einige Verhältnisse des centralen Nervensystemes*, S. 632.

14. XIV Abt. X Bd. S. 265–279. – § 26. *Dichtigkeitsänderung der Muskelmasse während der Zusammenziehung*, S. 265.

15. XV Abt. X Bd. S. 526–578. – § 27. *Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Nervenerregung*, S. 526.

16. XVI Abt. Bd. X. S. 590-615. – § 28. *Athmungscurven*, S. 590.

17. XVII Abt. Bd. X. S. 616-633. – § 29. *Einige Vergiftungswirkungen*, S. 616.

18. XVIII Abt. Bd. X. S. 634-648. – § 30. *Muskelcurven*, S. 634.

19. XIX Abt. Bd. XI. S. 149–168. – § 31. *Einfluss der Tetanisation auf die electromotorischen Eigenschaften der Nerven und der Muskeln*, S. 149.

20. XX Abt. Bd. XI. S. 169–181. – § 32. *Einfluss des beständigen Stromes auf die Nervenwirkungen*, S. 169.

21. XXI Abt. Bd. XI. S. 392–402. – § 33. *Einiges über den Herzschlag. Interferenz der Nervenerregung*, S. 392.

22. XXII Abt. Bd. XI. S. 450–454. – § 34. *Untersuchung des Auges*, S. 450.

23. XXIII Abt. Bd. XI. S. 602–627. – § 35. *Aenderung der electromotorischen Eigenschaften der Sinnesnerven durch die ihnen entsprechenden eigenthümlichen Erregungsarten*, S. 602.

24. XXIV Abt. Bd. XII. S. 31–75. – § 36. *Das Netzhautroth*, S. 31.

25. XXV Abt. Bd. XII. S. 239-250. – § 37. – *Einige Versuche an Nerven und Muskeln*, S. 239.

26. XXVI Abt. Bd. XII. S. 466–472. - § 38. *Wärmeverhältnisse*, S. 466.

27. XXVII Abt. Bd. XII. S. 34-39. – § 39. *Brechungsverhältnisse*, S. 34.

Valentin G., *On the torpidity of the Marmot*. Ann. of nat. Hist. III S., II vol., p. 83.

Velsch. Ephemerid. Acad. nat. cur., 1670, ann. I, dec. 1.

Vernet. Archives des sciences physiques et naturelles, 1885, XIV, p. 111.

Verhoeff. *Sommerschlaf bei Myriopoden*. Archiv. f. Naturgeschichte Bd. 72. 1906, p. 213.

Vierordt, *Physiologie des Athmens*, 1845.

Vierordt, *Grundriss der Physiologie des Menschen*, p. 9, II. Auflage, Tübingen; e *Neue Methode der quantitat. michrosk. Anal. des Blutes*. Arch. f. phys. Heilk, 1852.

Id., *Notiz über die Teilung des Blutkörperchen*. Zeitschrift f. int. med., 1887, XXXI, S. 863.

Voit C.. *Ueber die Wirkung der Temperatur der umgebenden Luft, etc.* Zeitschrift f. Biol., 1878, XIV, S. 57.

Id., *Physiologie des Stoffwechsels*. Leipzig, 1881.

W

Walton. Arch. f. exp. Path. u. Pharm. Bd. XV, S. 425.

Weinland u. Riehl *Zeitschrift f. Biologie*. 1907.

Wiedersheim R. *Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere*, VI Aufl., 1906, Jena.

Willemin. Archives générales de médecine, 1863, II, p. 322.

Winternitz. Medic. Jahrbücher d. Gesellschaft d. Aertze in Wien. 1871, p. 180; 1872, II Heft.

Id. Archiv f. pathologische Anatomie, 1872, LVI, pp. 181-196.

Id. Wiener medizinische Jahrbücher, 1875, pp. 1-38.

Woodruff S., *Ueber den Winterschlaf.* Frorieps Not., 1831, XXIX, n. 849, pp. 193-197.

Z

Zuntz N. Archiv f. (Anatomie u.–) Physiologie, 1889, p. 558.

ERRATA-CORRIGE

Pag.	*3*,	*linea*	*17*,	*invece di:* Ioannes	*leggasi*	Iohannes
»	*5*,	»	*4-5*,	» alla classe	»	all'ordine
»	*19*,	»	*21*,	» prepria	»	propria
»	*21*,	»	*7*,	» soggotti	»	soggetti
»	*25*,	»	*25*,	» ersere	»	essere
»	*25*,	»	*29*,	» Seconde	»	Secondo
»	*28*,	»	*3*,	» *degti*	»	*degli*
»	*87*,	»	*24*,	» ne	»	nella rana
»	*136*,	»	*5*,	» ragioni	»	regioni
»	*169*,	»	*22*,	» pel	»	sul
»	*170*,	»	*31*,	» Ricoio	»	Riccio
»	*266*,	»	*27*,	» Moxus	»	Myoxus
»	*281*,	»	*18*,	» Celslus	»	Celsius
»	*311*,	»	*31*,	» e F.	»	ed E.
»	*343*,	»	*2*,	» in	»	la
»	*343*,	»	*11*,	» letarvo	»	letargo
»	*360*,	»	*15*,	» Laudauer	»	Landauer
»	*382*,	»	*20*,	» 1903-1904	»	1893-1894
»	*383*,	»	*1 trasversa*,	» 1903-1904	»	1893-1894
»	*390*,	»	*6*,	» ferma	»	forma
»	*394*,	»	*29*,	» Nouvea	»	Nouveaux
»	*421*,	»	*2*,	» Horvaht	»	Horvath

NB. Solo una parte di questa monografia (da pagina 385 a pagina 681), in numero di 103 copie, è stata stampata in Roma nella Tipografia del Senato di Giovanni Bardi. Il resto si trova anche inserito negli *Atti della Società ligustica di scienze naturali e geografiche* di Genova (anno 1908-1912).

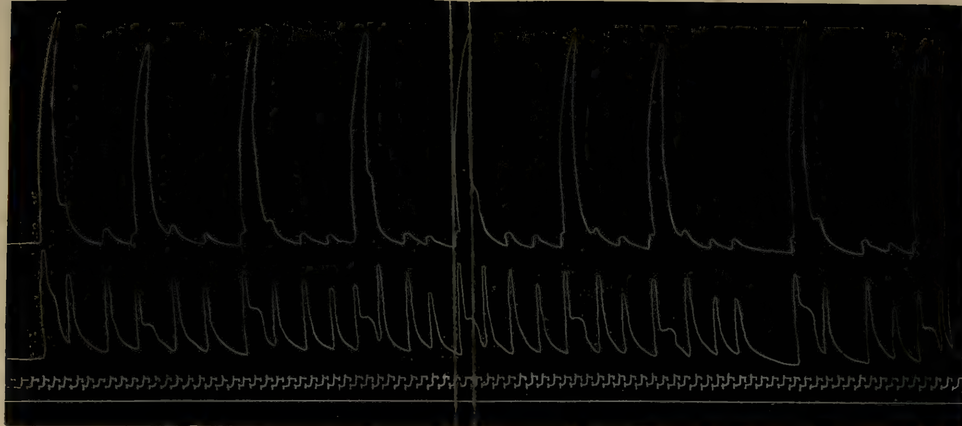


Fig. 1.

(Dal basso in alto: linea della ascissa, tempo in minuti secondi, curve di contrazione della orecchietta, curve di contrazione del ventricolo).

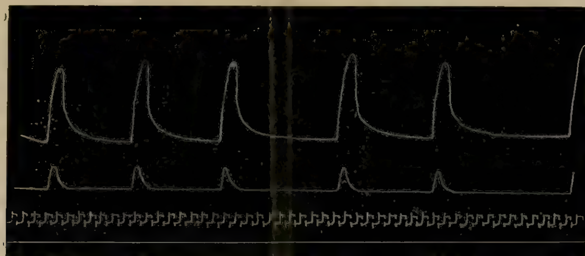


Fig. 2.

(Dal basso in alto: linea della ascissa, tempo in minuti secondi, curve di contrazione dell' orecchietta, curve di contrazione del ventricolo).

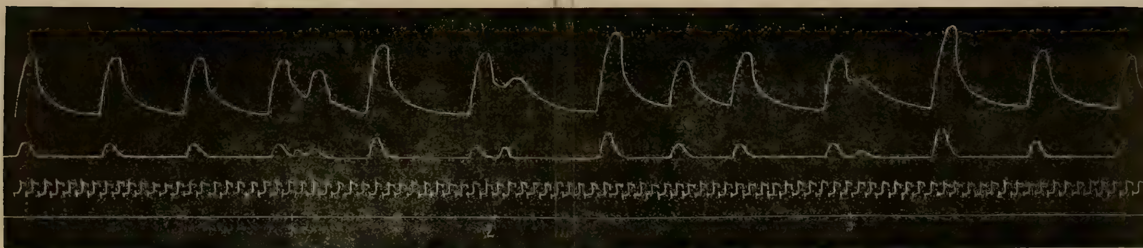


Fig. 3.

(Dal basso in alto: linea della ascissa (1, 2, 3 eccitazione con corrente di chiusura), tempo in minuti secondi, curva di contrazione delle orecchiette, curve di contrazione dei ventricoli).

QUADRO SINOTTICO

delle medie e delle differenze calcolate nelle sette serie di ricerche eseguite in conigli normali e tosati per studiare l'influenza della temperatura e del rivestimento cutaneo sulle variazioni di peso, sulla temperatura e sul ricambio materiale dell'animale

		Temperatura dell'ambiente C°		Peso di coniglio (Grammi)	Temperatura rettale C°	Orina emessa (cm c)	Densità	Alcalinità totale gr. e NaOH	Urea totale (Grammi)	Azoto urico (grammi)	Azoto totale (grammi)	P_2O_5 totale (grammi)	Valori di P_2O_5 ridotti a P	$\frac{P}{N}$	Osservazioni
		Massima	Minima												
Serie I. Temperatura ambiente gradi Celsius 10° - 5°	Coniglio normale	9	7.23	1384.28	37.2	92.42	1023.42	0.13314	1.644	0.767	0.902	0.328	0.143	0.14	Periodo presperimentale
		3.70	-0.49	1507.56	36.98	105	1026.75	0.13818	1.748	0.815	0.958	0.344	0.150	0.15	Periodo sperimentale
		5.3	-7.77	+ 123.23	-0.22	+ 12.58	+ 3.33	+ 0.00504	+ 0.104	+ 0.048	+ 0.056	+ 0.016	+ 0.007	+ 0.01	Differenze
	Coniglio tosato	9	7.28	1181.42 -50 1131.42 1235.67 -40 1195.67	37.23	71.71	1025	0.12344	1.103	0.514	0.604	0.224	0.097	0.16	Periodo presperimentale
		3.70	0.49		35.15	89.48	1027.29	0.13793	1.674	0.781	0.918	0.328	0.143	0.15	Periodo sperimentale
		5.3	-7.77	+ 64.25	-2.08	+ 17.77	+ 2.29	+ 0.01449	+ 0.571	+ 0.267	+ 0.314	+ 0.104	+ 0.046	- 0.01	Differenze
Serie II. Temperatura ambiente gradi Celsius 0° - 5°	Coniglio normale	8	6.16	1843.33	37.46	114	1021	0.1535	1.674	0.781	0.918	0.392	0.172	0.18	Periodo presperimentale
		3.69	2.23	1842.30	37.32	71.53	1028	0.1438	1.636	0.763	0.897	0.352	0.152	0.16	Periodo sperimentale
		4.31	3.33	- 1.03	- 0.14	- 32.47	- 7	- 0.0097	- 0.038	- 0.018	- 0.021	- 0.040	- 0.020	- 0.02	Differenze
	Coniglio tosato	5	6.16	1803.3 -30 1773.3 1703.3 -18 1685.3	37.23	90.33	1024.5	0.1519	1.527	0.712	0.837	0.168	0.073	0.08	Periodo presperimentale
		3.69	2.23		36.43	91.61	1028.15	0.1831	2.139	0.992	1.174	0.304	0.132	0.11	Periodo sperimentale
		- 4.31	- 3.33	- 88.0	- 0.80	+ 1.28	+ 3.65	+ 0.0312	+ 0.612	+ 0.286	+ 0.337	+ 0.136	+ 0.059	+ 0.03	Differenze
Serie III. Temperatura ambiente gradi Celsius 5° + 10°	Coniglio normale	8.71	7.42	1945.71	38.80	93.71	1026.35	0.2723	2.342	0.952	1.120	0.760	0.331	0.20	Periodo presperimentale
		8.12	6.75	1942.5	38.91	81.75	1027.5	0.2581	1.919	0.895	1.052	0.568	0.276	0.26	Periodo sperimentale
		- 0.59	- 0.67	- 3.21	+ 0.11	- 11.96	+ 0.75	- 0.0142	- 0.123	- 0.057	- 0.068	- 0.192	- 0.055	+ 0.06	Differenze
	Coniglio tosato	8.71	7.42	1854.28 -50 1804.28 1745.75 -20 1725.75	38.54	77	1028.42	0.1540	1.554	0.725	0.852	0.504	0.220	0.27	Periodo presperimentale
		8.12	6.75		37.02	87.75	1027.75	0.1968	2.746	1.281	1.507	0.520	0.227	0.15	Periodo sperimentale
		- 0.59	- 0.67	- 78.53	- 1.52	+ 10.75	- 1.57	+ 0.0046	+ 1.192	+ 0.556	+ 0.655	+ 0.016	+ 0.007	- 0.12	Differenze
Serie IV. Temperatura ambiente gradi Celsius + 10° + 15°	Coniglio normale	13.16	11.16	1969.00	38.51	98.66	1025.5	0.2606	1.275	0.594	0.698	0.464	0.194	0.28	Periodo presperimentale
		13.4	11.7	1970.00	39.01	72.50	1029.6	0.25980	1.131	0.527	0.620	0.392	0.171	0.20	Periodo sperimentale
		+ 0.24	+ 0.54	+ 1	+ 0.51	- 27.16	+ 4.1	- 0.0008	- 0.144	- 0.067	- 0.078	- 0.072	- 0.023	- 0.08	Differenze
	Coniglio tosato	13.16	11.16	2000 -50 1950 1905.50 -20 1885.50	38.51	82.50	1026.66	0.2863	1.407	0.656	0.751	0.403	0.178	0.23	Periodo presperimentale
		13.4	11.7		37.42	97.90	1026.66	0.2924	2.291	1.069	1.257	0.416	0.181	0.14	Periodo sperimentale
		- 0.24	+ 0.54	- 64.50	- 1.09	+ 15.40	—	+ 0.0061	+ 0.884	+ 0.413	+ 0.486	+ 0.008	+ 0.003	- 0.09	Differenze
Serie V. Temperatura ambiente gradi Celsius 15° + 25°	Coniglio normale	22.11	17	1444.44	38.22	73	1027	0.1582	1.255	0.585	0.688	0.200	0.087	0.12	Periodo presperimentale
		23	19.17	1447.50	38.20	56.5	1029	0.1172	1.160	0.541	0.636	0.176	0.086	0.11	Periodo sperimentale
		+ 0.89	+ 2.17	+ 3.06	- 0.02	- 16.50	+ 2	- 0.0410	- 0.095	- 0.044	- 0.052	- 0.024	- 0.011	- 0.01	Differenze
	Coniglio tosato	22.11	17	1400 -40 1360 1311.15 -20 1291.15	38.43	48.44	1031.11	0.08921	0.671	0.313	0.368	0.176	0.076	0.20	Periodo presperimentale
		23	19.17		37.12	55.83	1032.08	0.13240	1.408	0.656	0.771	0.176	0.076	0.09	Periodo sperimentale
		+ 0.89	+ 2.17	65.85	- 1.31	+ 7.39	+ 0.97	+ 0.04379	+ 0.737	+ 0.343	+ 0.403	0	0	0.11	Differenze
Serie VI. Temperatura ambiente gradi Celsius 30°	Coniglio normale	3.47	0.8	1558.66	36.95	86.10	1025.48	0.1406	1.843	0.850	1.010	0.312	0.136	0.13	Periodo presperimentale
		30		1570.66	38.36	35.93	1041.33	0.0791	1.110	0.717	0.608	0.136	0.054	0.09	Periodo sperimentale
		+ 26.53	+ 29.20	+ 12	+ 1.41	- 50.17	+ 15.85	- 0.0615	- 0.733	- 0.342	- 0.402	- 0.175	- 0.077	- 0.04	Differenze
		6.75	2.85	1573.12	37.37	65.37	1032.37	0.0880	1.433	0.660	0.776	0.232	0.101	0.13	Periodo postsperimentale
		30		1570.66	38.36	35.93	1041.33	0.0591	1.110	0.517	0.608	0.136	0.059	0.09	Periodo sperimentale
		- 23.25	+ 27.5	- 2.46	+ 0.99	- 29.44	+ 8.96	- 0.0289	- 0.323	- 0.137	- 0.168	- 0.096	- 0.042	- 0.04	Differenze
	Coniglio tosato	6.86	5.86	1214.66	37.64	78.86	1036.55	0.1194	1.637	0.763	0.897	0.288	0.124	0.13	Periodo presperimentale
		30		1277.5	38.43	34.81	1038.61	0.0680	0.863	0.402	0.472	0.144	0.062	0.13	Periodo sperimentale
		+ 23.14	+ 24.14	+ 63.84	+ 0.79	- 44.05	+ 2.06	- 0.0519	- 0.774	- 0.361	- 0.425	- 0.144	0.062	0	Differenze
		8.12	4.68	1287.50	37.1	51.75	1038.61	0.0762	1.144	0.532	0.625	0.192	0.083	0.15	Periodo postsperimentale
		30		1277.50	38.43	34.87	1031.25	0.0580	0.863	0.402	0.472	0.144	0.062	0.15	Periodo sperimentale
		+ 21.88	+ 25.32	- 10.00	+ 1.33	16.94	- 7.36	0.0182	- 0.281	- 0.130	- 0.153	- 0.048	- 0.021	0	Differenze
Serie VII. Temperatura ambiente gradi Celsius + 40°	Coniglio normale	6.75	2.85	1573.12	37.37	65.37	1032.37	0.0880	1.433	0.668	0.785	0.239	0.101	0.12	Periodo presperimentale
		40		1525	38.8										Periodo sperimentale
		11	3.2	1579.00	37.41	79.2	1028.60	0.12296	1.242	0.672	0.797	0.255	0.111	0.14	Periodo postsperimentale
	Coniglio tosato	8.12	4.68	1287.50	37.1	51.75	1031.25	0.0762	1.144	0.532	0.626	0.192	0.083	0.13	Periodo presperimentale
		40		1214.0	39.3										Periodo sperimentale
		14.55	13.11	1193.33	38.1	66.77	1032.77	0.1064	1.618	0.754	0.887	0.216	0.094	0.10	Periodo postsperimentale

O. POLIMANTI - Sulla perdita in peso delle marmotte

